

日本国特許庁
PATENT OFFICE
JAPANESE GOVERNMENT

111111, 111111
2091-1111
2082

1c901 U.S. PTO
09/639804
08/17/00

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office.

出願年月日
Date of Application:

2000年 6月 9日

出願番号
Application Number:

特願2000-173279

出願人
Applicant(s):

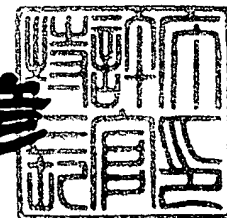
富士写真フイルム株式会社

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2000年 6月29日

特許庁長官
Commissioner,
Patent Office

近藤隆彦



出証番号 出証特2000-3050905

【書類名】 特許願

【整理番号】 P25172J

【あて先】 特許庁長官 近藤 隆彦 殿

【国際特許分類】 H04N 1/407

【発明者】

【住所又は居所】 神奈川県足柄上郡開成町宮台 7 9 8 番地 富士写真フイルム株式会社内

【氏名】 三野 一学

【特許出願人】

【識別番号】 000005201

【氏名又は名称】 富士写真フイルム株式会社

【代理人】

【識別番号】 100073184

【弁理士】

【氏名又は名称】 柳田 征史

【選任した代理人】

【識別番号】 100090468

【弁理士】

【氏名又は名称】 佐久間 剛

【先の出願に基づく優先権主張】

【出願番号】 平成11年特許願第230731号

【出願日】 平成11年 8月17日

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 008969

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9814441

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 画像処理方法および装置並びに記録媒体

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 画像データに基づいて、該画像データにより表される画像のコントラスト感を定量化することを特徴とする画像処理方法。

【請求項 2】 前記画像データのボケ画像データを作成し、
該ボケ画像データのヒストグラムを作成し、
該ヒストグラムに基づいて前記コントラスト感を定量化することを特徴とする請求項 1 記載の画像処理方法。

【請求項 3】 前記画像データから前記画像の輝度情報および色情報を表す輝度データおよび色データを得、

該輝度データおよび／または該色データのボケ画像データである輝度ボケ画像データおよび／または色ボケ画像データを作成し、

該輝度ボケ画像データおよび／または該色ボケ画像データのヒストグラムである輝度ヒストグラムおよび／または色ヒストグラムを作成し、

該輝度ヒストグラムおよび／または該色ヒストグラムに基づいて前記コントラスト感を定量化することを特徴とする請求項 1 または 2 記載の画像処理方法。

【請求項 4】 前記色画像データを作成した場合、該色ボケ画像データの 2 次元の頻度分布を表す色ヒストグラムを作成することを特徴とする請求項 3 記載の画像処理方法。

【請求項 5】 前記画像データのボケ画像データを作成し、
該ボケ画像データにより表されるボケ画像における明部および／または暗部の位置情報に基づいて前記コントラスト感を定量化することを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれか 1 項記載の画像処理方法。

【請求項 6】 前記画像データを多重解像度に変換して複数の周波数帯域毎の多重解像度画像データを得、
該各多重解像度画像データのヒストグラムを作成し、
該各ヒストグラムに基づいて前記コントラスト感を定量化することを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか 1 項記載の画像処理方法。

【請求項 7】 前記画像データから前記画像の輝度情報および色情報を表す輝度データおよび色データを得、

該輝度データおよび／または該色データを多重解像度に変換して複数の周波数帯域毎の輝度多重解像度画像データおよび／または色多重解像度画像データを得

、
該各輝度多重解像度画像データおよび／または該各色多重解像度画像データのヒストグラムである輝度ヒストグラムおよび／または色ヒストグラムを作成し、

該各輝度ヒストグラムおよび／または該各色ヒストグラムに基づいて前記コントラスト感を定量化することを特徴とする請求項 1 から 6 のいずれか 1 項記載の画像処理方法。

【請求項 8】 前記コントラスト感に基づいて、前記画像データに対して画像処理を施すことを特徴とする請求項 1 から 7 のいずれか 1 項記載の画像処理方法。

【請求項 9】 前記画像処理は階調変更処理、周波数強調処理、A E 処理および彩度変更処理のうち少なくとも 1 つの処理であることを特徴とする請求項 8 記載の画像処理方法。

【請求項 1 0】 画像データから該画像データにより表される画像の色情報に基づいて前記画像データに対して前記画像の輝度情報を変更する画像処理を施すことを特徴とする画像処理方法。

【請求項 1 1】 前記画像データから前記色情報を表す色データを得、
該色データのボケ画像データを作成し、
該ボケ画像データのヒストグラムを作成し、
該ヒストグラムに基づいて前記画像データに対して前記画像処理を施すことを特徴とする請求項 1 0 記載の画像処理方法。

【請求項 1 2】 前記ボケ画像データの 2 次元の頻度分布を表すヒストグラムを作成することを特徴とする請求項 1 1 記載の画像処理方法。

【請求項 1 3】 前記画像データから前記画像の色情報を表す色データを得、

該色データを多重解像度に変換して複数の周波数帯域毎の多重解像度画像デー

タを得、

該各多重解像度画像データのうち最低周波数帯域の多重解像度画像データのヒストグラムを作成し、

該ヒストグラムに基づいて前記画像データに対して前記画像処理を施すことを特徴とする請求項 1 0 記載の画像処理方法。

【請求項 1 4】 画像データに基づいて、該画像データにより表される画像のコントラスト感を定量化するコントラスト感定量化手段を備えたことを特徴とする画像処理装置。

【請求項 1 5】 前記コントラスト感定量化手段は、前記画像データのボケ画像データを作成するボケ画像データ作成手段と、

該ボケ画像データのヒストグラムを作成するヒストグラム作成手段と、

該ヒストグラムに基づいて前記コントラスト感を定量化する定量化手段とを備えたことを特徴とする請求項 1 4 記載の画像処理装置。

【請求項 1 6】 前記コントラスト感定量化手段は、前記画像データから前記画像の輝度情報および色情報を表す輝度データおよび色データを得る変換手段と、

該輝度データおよび／または該色データのボケ画像データである輝度ボケ画像データおよび／または色ボケ画像データを作成するボケ画像データ作成手段と、

該輝度ボケ画像データおよび／または該色ボケ画像データのヒストグラムである輝度ヒストグラムおよび／または色ヒストグラムを作成するヒストグラム作成手段と、

該輝度ヒストグラムおよび／または該色ヒストグラムに基づいて前記コントラスト感を定量化する定量化手段とを備えたことを特徴とする請求項 1 4 または 1 5 記載の画像処理装置。

【請求項 1 7】 前記ボケ画像データ作成手段が前記色ボケ画像データを作成した場合、前記ヒストグラム作成手段は、前記色ボケ画像データの 2 次元の頻度分布を表す色ヒストグラムを作成する手段であることを特徴とする請求項 1 6 記載の画像処理装置。

【請求項 1 8】 前記コントラスト感定量化手段は、前記画像データのボ

ケ画像データを作成するボケ画像データ作成手段と、

該ボケ画像データにより表されるボケ画像における明部および／または暗部の位置情報に基づいて前記コントラスト感を定量化する定量化手段とを備えたことを特徴とする請求項 1 4 から 1 7 のいずれか 1 項記載の画像処理装置。

【請求項 1 9】 前記コントラスト感定量化手段は、前記画像データを多重解像度に変換して複数の周波数帯域毎の多重解像度画像データを得る多重解像度変換手段と、

該各多重解像度画像データのヒストグラムを作成するヒストグラム作成手段と

該各ヒストグラムに基づいて前記コントラスト感を定量化する定量化手段とを備えたことを特徴とする請求項 1 4 から 1 8 のいずれか 1 項記載の画像処理装置。

【請求項 2 0】 前記コントラスト感定量化手段は、前記画像データから前記画像の輝度情報および色情報を表す輝度データおよび色データを得る変換手段と、

該輝度データおよび／または該色データを多重解像度に変換して複数の周波数帯域毎の輝度多重解像度画像データおよび／または色多重解像度画像データを得る多重解像度変換手段と、

該各輝度多重解像度画像データおよび／または該各色多重解像度画像データのヒストグラムである輝度ヒストグラムおよび／または色ヒストグラムを作成するヒストグラム作成手段と、

該各輝度ヒストグラムおよび／または該各色ヒストグラムに基づいて前記コントラスト感を定量化する定量化手段とを備えたことを特徴とする請求項 1 4 から 1 9 のいずれか 1 項記載の画像処理装置。

【請求項 2 1】 前記コントラスト感に基づいて、前記画像データに対して画像処理を施す処理手段をさらに備えたことを特徴とする請求項 1 4 から 2 0 のいずれか 1 項記載の画像処理装置。

【請求項 2 2】 前記処理手段は、前記画像処理として階調変更処理、周波数強調処理、A E 処理および彩度変更処理のうち少なくとも 1 つの処理を行う

手段であることを特徴とする請求項 2 1 記載の画像処理装置。

【請求項 2 3】 画像データから該画像データにより表される画像の色情報に基づいて前記画像データに対して前記画像の輝度情報を変更する画像処理を施すことを特徴とする画像処理装置。

【請求項 2 4】 前記画像データから前記画像の色情報を表す色データを得る変換手段と、

該色データのボケ画像データを作成するボケ画像データ作成手段と、

該ボケ画像データのヒストグラムを作成するヒストグラム作成手段と、

該ヒストグラムに基づいて前記画像データに対して前記画像処理を施す処理手段とを備えたことを特徴とする請求項 2 3 記載の画像処理装置。

【請求項 2 5】 前記ヒストグラム作成手段は、前記ボケ画像データの 2 次元の頻度分布を表すヒストグラムを作成する手段であることを特徴とする請求項 2 4 記載の画像処理装置。

【請求項 2 6】 前記画像データから前記画像の色情報を表す色データを得る変換手段と、

該色データを多重解像度に変換して複数の周波数帯域毎の多重解像度画像データを得る多重解像度変換手段と、

該各多重解像度画像データのうち最低周波数帯域の多重解像度画像データのヒストグラムを作成するヒストグラム作成手段と、

該ヒストグラムに基づいて前記画像データに対して前記画像処理を施す処理手段とを備えたことを特徴とする請求項 2 3 記載の画像処理装置。

【請求項 2 7】 画像データに基づいて、該画像データにより表される画像のコントラスト感を定量化する手順を有する画像処理方法をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体。

【請求項 2 8】 前記コントラスト感を定量化する手順は、前記画像データのボケ画像データを作成する手順と、

該ボケ画像データのヒストグラムを作成する手順と、

該ヒストグラムに基づいて前記コントラスト感を定量化する手順とを有することを特徴とする請求項 2 7 記載のコンピュータ読取り可能な記録媒体。

【請求項 2 9】 前記コントラスト感を定量化する手順は、前記画像データから前記画像の輝度情報および色情報を表す輝度データおよび色データを得る手順と、

該輝度データおよび／または該色データのボケ画像データである輝度ボケ画像データおよび／または色ボケ画像データを作成する手順と、

該輝度ボケ画像データおよび／または該色ボケ画像データのヒストグラムである輝度ヒストグラムおよび／または色ヒストグラムを作成する手順と、

該輝度ヒストグラムおよび／または該色ヒストグラムに基づいて前記コントラスト感を定量化する手順とを有することを特徴とする請求項 2 7 または 2 8 記載のコンピュータ読取り可能な記録媒体。

【請求項 3 0】 前記色画像データを作成した場合、前記ヒストグラムを作成する手順は、該色ボケ画像データの 2 次元の頻度分布を表す色ヒストグラムを作成する手順であることを特徴とする請求項 2 9 記載のコンピュータ読取り可能な記録媒体。

【請求項 3 1】 前記コントラスト感を定量化する手順は、前記画像データのボケ画像データを作成する手順と、

該ボケ画像データにより表されるボケ画像における明部および／または暗部の位置情報に基づいて前記コントラスト感を定量化する手順とを有することを特徴とする請求項 2 7 から 3 0 のいずれか 1 項記載のコンピュータ読取り可能な記録媒体。

【請求項 3 2】 前記コントラスト感を定量化する手順は、前記画像データを多重解像度に変換して複数の周波数帯域毎の多重解像度画像データを得る手順と、

該各多重解像度画像データのヒストグラムを作成する手順と、

該各ヒストグラムに基づいて前記コントラスト感を定量化する手順とを有することを特徴とする請求項 2 7 から 3 1 のいずれか 1 項記載のコンピュータ読取り可能な記録媒体。

【請求項 3 3】 前記コントラスト感を定量化する手順は、前記画像データから前記画像の輝度情報および色情報を表す輝度データおよび色データを得る

手順と、

該輝度データおよび／または該色データを多重解像度に変換して複数の周波数帯域毎の輝度多重解像度画像データおよび／または色多重解像度画像データを得る手順と、

該各輝度多重解像度画像データおよび／または該各色多重解像度画像データのヒストグラムである輝度ヒストグラムおよび／または色ヒストグラムを作成する手順と、

該各輝度ヒストグラムおよび／または該各色ヒストグラムに基づいて前記コントラスト感を定量化する手順とを有することを特徴とする請求項 2 7 から 3 2 のいずれか 1 項記載のコンピュータ読取り可能な記録媒体。

【請求項 3 4】 前記コントラスト感に基づいて、前記画像データに対して画像処理を施す手順をさらに有することを特徴とする請求項 2 7 から 3 3 のいずれか 1 項記載のコンピュータ読取り可能な記録媒体。

【請求項 3 5】 前記画像処理を施す手順は、階調変更処理、周波数強調処理、A E 処理および彩度変更処理のうち少なくとも 1 つの処理を施す手順であることを特徴とする請求項 3 4 記載のコンピュータ読取り可能な記録媒体。

【請求項 3 6】 画像データから該画像データにより表される画像の色情報に基づいて前記画像データに対して前記画像の輝度情報を変更する画像処理を施す画像処理方法をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体。

【請求項 3 7】 前記プログラムは、前記画像データから前記色情報を表す色データを得る手順と、

該色データのボケ画像データを作成する手順と、

該ボケ画像データのヒストグラムを作成する手順と、

該ヒストグラムに基づいて前記画像データに対して前記画像処理を施す手順とを有することを特徴とする請求項 3 6 記載のコンピュータ読取り可能な記録媒体。

【請求項 3 8】 前記ヒストグラムを作成する手順は、前記ボケ画像データの 2 次元の頻度分布を表すヒストグラムを作成する手順であることを特徴とす

る請求項 3 7 記載のコンピュータ読取り可能な記録媒体。

【請求項 3 9】 前記プログラムは、前記画像データから前記画像の色情報を表す色データを得る手順と、

該色データを多重解像度に変換して複数の周波数帯域毎の多重解像度画像データを取得する手順と、

該各多重解像度画像データのうち最低周波数帯域の多重解像度画像データのヒストグラムを作成する手順と、

該ヒストグラムに基づいて前記画像データに対して前記画像処理を施す手順とを有することを特徴とする請求項 3 6 記載のコンピュータ読取り可能な記録媒体。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、画像を見た人が実際にその画像から受けるコントラストに対する感覚を定量化し、さらには定量化されたコントラスト感に基づいて画像データに対して画像処理を施す画像処理方法および装置並びに画像処理方法をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体に関するものである。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

デジタルカメラにおいて取得したデジタル画像データや、フィルムに記録された画像を読み取ることにより得られたデジタル画像データを、プリント等のハードコピーとしてあるいはディスプレイ上にソフトコピーとして再現することが行われている。このように、デジタル画像データを再現する場合においては、ネガフィルムからプリントされた写真と同様の高品位な画質を有するものとするために、階調処理や周波数処理等の種々の画像処理を画像データに対して施すことが行われている。

【0 0 0 3】

例えば、画像データのヒストグラムを作成し、このヒストグラムの分布幅から

画像データにより表される画像のコントラストを求め、このコントラストに基づいて、画像データの階調を変換するための階調曲線を補正することにより、階調がつぶれたり、ノイズが目立たないように画像データを変換する画像処理方法が種々提案されている（例えば特開平 6 - 2 5 3 1 7 6 号）。なお、ここでいうコントラストとは、画像中における暗い部分と明るい部分の比のことをいうものである。したがって、ヒストグラムの分布に広がりがあるものはコントラストがあり、ヒストグラムの分布が狭いものはコントラストがないというように、ヒストグラムの分布幅から画像のコントラストを判断することができる。例えば、晴天下において撮影を行うことにより得られた画像では、日向から日陰までの明暗が反映されて分布幅が広いヒストグラムとなり、曇天下において撮影を行うことにより得られた画像では、日向と日陰との区別が付きにくく狭い幅で分布するヒストグラムとなる。

【 0 0 0 4 】

また、画像を観察したときの鮮鋭度や粒状性等の人間の感覚を数値として表し、この数値に基づいて画像処理の内容を変更することにより、人間にとって好ましい画像を得るようにした画像処理方法も提案されている（特開平 7 - 1 9 3 7 6 6 号）。

【 0 0 0 5 】

【発明が解決しようとする課題】

上述したように画像データから作成されるヒストグラムは、画像中に含まれる全ての被写体や画像細部における様々な情報を含んでいることから形状が複雑なものとなり、その複雑な形状の中に人間が実際に画像を観察した際に知覚するコントラストの情報が埋もれてしまうため、人間が知覚するコントラスト感が必ずしも反映されていないものとなる。例えば、人間の顔を被写体とした画像の場合、この画像を観察する者がコントラストを知覚するのは顔の部分のみであり、画像に含まれる顔以外の被写体については、その画像から受けるコントラストとしては知覚しないものである。しかしながら、画像データから作成されたヒストグラムには、顔以外の被写体についての情報も含まれているため、このヒストグラムは、画像を観察する者が知覚しているコントラストを反映していないものとな

る。したがって、このようなヒストグラムに基づいて画像データに対して画像処理を行ったのでは、必ずしも画像を観察する人が望むような処理済み画像を得ることができない。

【 0 0 0 6 】

また、画像に含まれる鮮やかな色と鮮やかでない色との対比によっても人間が知覚するコントラスト感が異なるものとなる。例えば、鮮やかな色が多く含まれる画像についてはコントラスト感があるものとして知覚されるが、鮮やかでない色が多く含まれている画像については、コントラスト感がないものとして知覚される。このように、画像に含まれる色によってもコントラスト感が異なるため、画像の色も考慮して画像処理を行う必要もある。

【 0 0 0 7 】

本発明は上記事情に鑑みなされたものであり、画像を実際に観察することにより人間が知覚するコントラストの感覚をコントラスト感として定量化し、さらにこのコントラストの感覚に基づいて画像に対して適切に画像処理を施すことができる画像処理方法および装置並びに画像処理をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体を提供することを目的とするものである。

【 0 0 0 8 】

また、本発明は、画像の色情報を用いて画像に対して適切に画像処理を施すことができる画像処理方法および装置並びに画像処理をコンピュータに実行させるためのプログラムを記録したコンピュータ読取り可能な記録媒体を提供することをも目的とするものである。

【 0 0 0 9 】

【課題を解決するための手段】

人間が画像を観察してその画像のコントラストを判断する場合には、画像に含まれる全ての被写体を統合した明暗差のみならず、画像全体の大局的な明暗差、画像中における明部と暗部の分布、さらには注目する被写体のみの明暗の分布等、ヒストグラムに反映されない情報に基づいて、画像のコントラストを判断しているものである。本発明はこの点に着目してなされたものである。

【 0 0 1 0 】

すなわち、本発明による第 1 の画像処理方法は、画像データに基づいて、該画像データにより表される画像のコントラスト感を定量化することを特徴とするものである。

【 0 0 1 1 】

ここで、「コントラスト感」とは、画像全体の大局的な明暗差、画像中における明部と暗部の分布、注目する被写体における明暗の分布等、画像そのもののヒストグラムには直接反映されていない、画像を観察した人間が実際に画像から受けるコントラストに関する主観的な感覚全般のことであり、具体的には画像データのボケ画像データのヒストグラム、ボケ画像データにより表されるボケ画像の明部および／または暗部の位置情報、画像データを多重解像度に変換することにより得られる周波数帯域毎の多重解像度画像データから得られたヒストグラム等に基づいて、定量化することができる。

【 0 0 1 2 】

なお、ボケ画像データからヒストグラムを作成するには、ボケ画像データそのものから作成してもよく、例えば画像データが 8 ビット（2 5 6）の情報を有するものである場合にボケ画像データを例えば 3 2 値化、1 6 値化、8 値化等し、この 3 2 値化等したボケ画像データからヒストグラムを作成してもよい。

【 0 0 1 3 】

また、画像データから画像の輝度情報および色情報を表す輝度データおよび色データを得、輝度データおよび／または色データのボケ画像データである輝度ボケ画像データおよび／または色ボケ画像データを作成し、輝度ボケ画像データおよび／または色ボケ画像データから輝度ヒストグラムおよび／または色ヒストグラムを作成し、輝度ヒストグラムおよび／または色ヒストグラムに基づいてコントラスト感を定量化してもよい。なお、「色情報」とは画像に含まれる色の鮮やかさを表す情報のことをいう。

【 0 0 1 4 】

なお、色ボケ画像データを作成した場合には、色ボケ画像データの 2 次元の頻度分布を表す色ヒストグラムを作成するようにしてもよい。

【 0 0 1 5 】

さらに、「明部および／または暗部の位置情報」としては、例えば画像の中央から明部および／または暗部までの距離の標準偏差を用いることができる。

【 0 0 1 6 】

さらに、「多重解像度画像データから得られたヒストグラム等に基づいて」とは、具体的には画像データから高周波数帯域、中周波数帯域および低周波数帯域の多重解像度画像データを作成した場合に、低周波数帯域の解像度画像データにより表される低周波数帯域画像から求められた画像の大まかな明度分布、中周波数帯域あるいは高周波数帯域の解像度画像データにより表される中周波数帯域画像あるいは高周波数帯域画像のヒストグラム等に基づいて、の意である。

【 0 0 1 7 】

また、画像データから画像の輝度情報および色情報を表す輝度データおよび色データを得、輝度データおよび／または色データを多重解像度に変換して複数の周波数帯域毎の輝度多重解像度画像データおよび／または色多重解像度画像データを得、各輝度多重解像度画像データおよび／または各色多重解像度画像データのヒストグラムである輝度ヒストグラムおよび／または色ヒストグラムを作成し、各輝度ヒストグラムおよび／または各色ヒストグラムに基づいてコントラスト感を定量化してもよい。

【 0 0 1 8 】

なお、本発明による第 1 の画像処理方法においては、前記コントラスト感に基づいて、前記画像データに対して画像処理を施すことが好ましい。

【 0 0 1 9 】

この場合、前記画像処理は階調変更処理、周波数強調処理、A E 処理および彩度変更処理のうち少なくとも 1 つの処理であることが好ましい。

【 0 0 2 0 】

本発明による第 2 の画像処理方法は、画像データから該画像データにより表される画像の色情報に基づいて前記画像データに対して前記画像の輝度情報を変更する画像処理を施すことを特徴とするものである。

【 0 0 2 1 】

なお、本発明による第 2 の画像処理方法においては、前記画像データから前記画像の色情報を表す色データを得、

該色データのボケ画像データを作成し、

該ボケ画像データのヒストグラムを作成し、

該ヒストグラムに基づいて前記画像データに対して前記画像処理を施すことが好ましい。

【 0 0 2 2 】

この場合、前記ボケ画像データの 2 次元の頻度分布を表すヒストグラムを作成することが好ましい。

【 0 0 2 3 】

また、本発明による第 2 の画像処理方法においては、前記画像データから前記画像の色情報を表す色データを得、

該色データを多重解像度に変換して複数の周波数帯域毎の多重解像度画像データを得、

該各多重解像度画像データのうち最低周波数帯域の多重解像度データのヒストグラムを作成し、

該ヒストグラムに基づいて前記画像データに対して前記画像処理を施すことが好ましい。

【 0 0 2 4 】

本発明による第 1 の画像処理装置は、画像データに基づいて、該画像データにより表される画像のコントラスト感を定量化するコントラスト感定量化手段を備えたことを特徴とするものである。

【 0 0 2 5 】

なお、本発明による第 1 の画像処理装置においては、前記コントラスト感定量化手段は、前記画像データのボケ画像データを作成するボケ画像データ作成手段と、

該ボケ画像データのヒストグラムを作成するヒストグラム作成手段と、

該ヒストグラムに基づいて前記コントラスト感を定量化する定量化手段とを備えることが好ましい。

【 0 0 2 6 】

また、本発明による第 1 の画像処理装置においては、前記コントラスト感定量化手段は、前記画像データから前記画像の輝度情報および色情報を表す輝度データおよび色データを得る変換手段と、

該輝度データおよび／または該色データのボケ画像データである輝度ボケ画像データおよび／または色ボケ画像データを作成するボケ画像データ作成手段と、

該輝度ボケ画像データおよび／または該色ボケ画像データのヒストグラムである輝度ヒストグラムおよび／または色ヒストグラムを作成するヒストグラム作成手段と、

該輝度ヒストグラムおよび／または該色ヒストグラムに基づいて前記コントラスト感を定量化する定量化手段とを備えることが好ましい。

【 0 0 2 7 】

この場合、前記ボケ画像データ作成手段が前記色ボケ画像データを作成した場合、前記ヒストグラム作成手段は、前記色ボケ画像データの 2 次元の頻度分布を表す色ヒストグラムを作成する手段であることが好ましい。

【 0 0 2 8 】

さらに、前記コントラスト感定量化手段は、前記画像データのボケ画像データを作成するボケ画像データ作成手段と、

該ボケ画像データにより表されるボケ画像における明部および／または暗部の位置情報に基づいて前記コントラスト感を定量化する定量化手段とを備えることが好ましい。

【 0 0 2 9 】

さらに、前記コントラスト感定量化手段は、前記画像データを多重解像度に変換して複数の周波数帯域毎の多重解像度画像データを得る多重解像度変換手段と

、

該各多重解像度画像データのヒストグラムを作成するヒストグラム作成手段と

、

該各ヒストグラムに基づいて前記コントラスト感を定量化する定量化手段とを備えることが好ましい。

【 0 0 3 0 】

さらにまた、前記コントラスト感定量化手段は、前記画像データから前記画像の輝度情報および色情報を表す輝度データおよび色データを得る変換手段と、

該輝度データおよび／または該色データを多重解像度に変換して複数の周波数帯域毎の輝度多重解像度画像データおよび／または色多重解像度画像データを得る多重解像度変換手段と、

該各輝度多重解像度画像データおよび／または該各色多重解像度画像データのヒストグラムである輝度ヒストグラムおよび／または色ヒストグラムを作成するヒストグラム作成手段と、

該各輝度ヒストグラムおよび／または該各色ヒストグラムに基づいて前記コントラスト感を定量化する定量化手段とを備えることが好ましい。

【 0 0 3 1 】

なお、本発明による第 1 の画像処理装置においては、前記コントラスト感に基づいて、前記画像データに対して画像処理を施す処理手段をさらに備えることが好ましい。

【 0 0 3 2 】

この場合、前記処理手段は、前記画像処理として階調変更処理、周波数強調処理、A E 処理および彩度変更処理のうち少なくとも 1 つの処理を行う手段であることが好ましい。

【 0 0 3 3 】

本発明による第 2 の画像処理装置は、画像データから該画像データにより表される画像の色情報に基づいて前記画像データに対して前記画像の輝度情報を変更する画像処理を施すことを特徴とするものである。

【 0 0 3 4 】

なお、本発明による第 2 の画像処理装置においては、前記画像データから前記画像の色情報を表す色データを得る変換手段と、

該色データのボケ画像データを作成するボケ画像データ作成手段と、

該ボケ画像データのヒストグラムを作成するヒストグラム作成手段と、

該ヒストグラムに基づいて前記画像データに対して前記画像処理を施す処理手

段とを備えることが好ましい。

【 0 0 3 5 】

この場合、前記ヒストグラム作成手段は、前記ボケ画像データの 2 次元の頻度分布を表すヒストグラムを作成する手段であることが好ましい。

【 0 0 3 6 】

また、本発明による第 2 の画像処理装置においては、前記画像データから前記画像の色情報を表す色データを得る変換手段と、

該色データを多重解像度に変換して複数の周波数帯域毎の多重解像度画像データを得る多重解像度変換手段と、

該各多重解像度画像データのうち最低周波数帯域の多重解像度画像データのヒストグラムを作成するヒストグラム作成手段と、

該ヒストグラムに基づいて前記画像データに対して前記画像処理を施す処理手段とを備えることが好ましい。

【 0 0 3 7 】

なお、本発明による第 1 および第 2 の画像処理方法をコンピュータに実行させるためのプログラムとして、コンピュータ読取り可能な記録媒体に記録して提供してもよい。

【 0 0 3 8 】

【発明の効果】

本発明によれば、画像データにより表される画像のコントラスト感を定量化するようにしたため、画像そのもののヒストグラムから求められるコントラストのように、画像全体の種々の情報を含んだコントラストではなく、画像の大局的な明暗差、画像中における明部と暗部の分布や、注目する被写体における明暗の分布、画像に含まれる色情報などの人間が実際に画像を観察した際に画像から受ける主観的な感覚を定量化して求めることができる。

【 0 0 3 9 】

また、画像データにより表される画像中には、画像を観察する者が知覚する情報のみならず非常に多くの情報が含まれているため、画像データから作成されたヒストグラムには、画像の大局的な明暗の情報が埋もれてしまっていることとな

る。一方、画像データからボケ画像データを作成することにより、このボケ画像データにより表される画像は、元の画像データのように被写体の詳細な画素値の変化が含まれないため、人間が画像を観察した際に実際に知覚する、画像全体の大局的な明暗差を明確に表すものとなる。したがって、画像データのボケ画像データ、あるいは画像データから得られた輝度データおよび／または色データのヒストグラムに基づくことにより、実際に画像を観察した際にその画像から受けるコントラスト感を良好に定量化することができる。

【0040】

また、ボケ画像における明部および／または暗部の位置情報は、画像中における明るい被写体および／または暗い被写体の位置を表すものであるため、この位置情報に基づくことにより、画像中の明暗の分布状態をコントラスト感として得ることができる。

【0041】

さらに、画像データを多重解像度画像データに変換して各解像度画像データのヒストグラムを作成した場合、低周波数帯域の解像度画像データのヒストグラムはボケ画像データのヒストグラムと同様に画像全体の明暗の分布を、中高周波数帯域の解像度画像データのヒストグラムは、その周波数帯域に応じた周波数成分の振幅を表すものとなる。例えば、鼻や目のくぼみによる顔の明暗、建物や被写体による陰影は中周波数成分により、木の枝や草花の細かさ、人物の服の模様、質感、物体間の境界（エッジ）等は高周波数成分により構成されている。このため、これら画像中の局所的なコントラストがある画像ほど、中高周波数帯域の解像度画像データのヒストグラムの分布幅が大きくなる。したがって、低周波数帯域の解像度画像データのヒストグラムにより画像データの全体的なコントラスト感を定量化することができ、さらに中高周波数帯域の解像度画像データのヒストグラムに基づいて画像中の局所的なコントラスト感を定量化することができ、これにより、画像の全体的な明暗の分布のみならず、局所的な明暗の分布をコントラスト感として求めることができる。

【0042】

一方、画像データから輝度データおよび色データを得、輝度データおよび／ま

たは色データを多重解像度画像データに変換して各解像度画像データのヒストグラムである輝度ヒストグラムおよび／または色ヒストグラムを作成した場合、低周波数帯域の輝度ヒストグラムは画像全体の明暗の分布を、中高周波数帯域の輝度ヒストグラムは、その周波数帯域に応じた周波数成分の振幅を表すものとなる。したがって、低周波数帯域の輝度ヒストグラムに基づいて画像データの全体的なコントラスト感を定量化することができ、さらに中高周波数帯域の輝度ヒストグラムに基づいて画像中の局所的なコントラスト感を定量化することができる。

【 0 0 4 3 】

また、低周波数帯域の色ヒストグラムは画像全体の彩度の分布を、中高周波数帯域の色ヒストグラムは、その周波数帯域に応じた彩度の分布を表すものとなる。したがって、低周波数帯域の色ヒストグラムに基づいて、画像の色に基づく画像データの全体的なコントラスト感を定量化することができ、さらに中高周波数帯域の色ヒストグラムに基づいて画像中の局所的なコントラスト感を定量化することができる。

【 0 0 4 4 】

さらにまた、求められたコントラスト感に基づいて画像データに対して所定の画像処理を施すことにより、画像を観察する者が知覚するコントラスト感を反映させた処理済み画像データを得ることができる。

【 0 0 4 5 】

また、画像データからこの画像データにより表される画像の色情報に基づいて画像データに対して輝度情報を変更する画像処理を施すことにより、画像を観察する者が画像の色から知覚するコントラスト感を反映させた処理済み画像データを得ることができる。

【 0 0 4 6 】

【発明の実施の形態】

以下図面を参照して本発明の実施形態について説明する。

【 0 0 4 7 】

図 1 は本発明の実施形態による画像処理装置の構成を示す概略ブロック図である。図 1 に示すように、本実施形態による画像処理装置は、画像データ S 0 によ

り表される画像におけるコントラスト感 C_0 を定量化するコントラスト感定量化手段1と、コントラスト感定量化手段1において定量化されたコントラスト感 C_0 に基づいて、画像データ S_0 に対して画像処理を施して処理済み画像データ S_1 を得る処理手段2と、処理済み画像データ S_1 を可視像として出力するプリンタ、CRTモニタ等の出力手段3とを備える。

【0048】

図2はコントラスト感定量化手段1の具体的な構成を示す概略ブロック図である。なお、図2に示すコントラスト感定量化手段1を第1の実施形態として説明する。図2に示すように、第1の実施形態によるコントラスト感定量化手段1は、画像データ S_0 のボケ画像データ S_{us} を作成するボケ画像作成手段11と、ボケ画像データ S_{us} のヒストグラム H_{us} を作成するヒストグラム作成手段12と、ヒストグラム H_{us} に基づいて画像データ S_0 により表される画像のコントラスト感 C_0 を定量化して求める定量化手段13とを備える。

【0049】

図2に示すコントラスト感定量化手段1においては下記のようにしてコントラスト感 C_0 が定量化して求められる。まず、ボケ画像作成手段11において画像データ S_0 のボケ画像データ S_{us} が作成される。このボケ画像データ S_{us} の作成は、例えば画像データ S_0 に対してボケマスクフィルタによるフィルタリング処理を施すことにより行われる。画像データ S_0 により表される画像およびボケ画像データ S_{us} により表されるボケ画像の例を図3に示す。なお、図3においては画像データ S_0 およびボケ画像データ S_{us} により表される画像にはそれぞれ対応する符号 S_0 および S_{us} を付している。また、このボケ画像データ S_{us} は画像データ S_0 のナイキスト周波数に対して数%の周波数帯域が残る程度のものとなっており、具体的には画像データ S_0 により表される画像中0.5～3 cycle/cm程度の周波数成分を表すものとなっている。

【0050】

次に、ヒストグラム作成手段12において、ボケ画像データ S_{us} のヒストグラム H_{us} が作成される。図4はボケ画像データ S_{us} のヒストグラム H_{us} を画像データ S_0 のヒストグラム H_0 とともに示す図である。なお、図4においては画素値

は 0 - 1 0 0 に正規化してある。図 4 に示すように、ヒストグラム H_0 は、画像全体の明暗の分布のみならず、画像中に含まれる全ての被写体や画像細部における様々な情報を含んでいるため、複雑な形状を有するものとなり、ヒストグラム H_0 から求められる明暗差すなわちコントラストは、0 - 1 0 0 という非常に広い範囲に亘っているものとなる。なお、図 5 は画像データ S_0 とは異なる画像データ S_0' およびこれから作成されたボケ画像データ S_{us}' のヒストグラム H_0' 、 H_{us}' を示す図である。図 4 と図 5 とを比較すると、ヒストグラムの形状は明らかに異なるが、図 5 のヒストグラム H_0' から求められるコントラストは、図 4 のヒストグラム H_0 から求められるコントラストと同様に 0 - 1 0 0 という広い範囲に亘るものとなるため、画像によってコントラストの差異がないものになってしまう。

【0 0 5 1】

一方、ヒストグラム H_{us} は、その分布幅も 2 7 - 9 2 とヒストグラム H_0 より狭くなっているが、画像中に含まれる詳細な情報が除去されており、この分布幅は画像全体の大局的な明暗差すなわちコントラストを表すものとなる。また、図 5 に示すヒストグラム H_0' から求められるコントラストは図 4 に示すヒストグラムと同一であったが、ヒストグラム H_{us}' とヒストグラム H_{us} とを比較すると、ヒストグラム H_{us}' の分布幅は 1 7 - 7 5 となり、両者は明らかに分布幅およびその分布位置が異なるため、画像によりコントラストの差異が現れるものとなる。ここで、人間が画像を観察する際には、画像中の詳細な部分ではなく、まず画像全体を観察してコントラストを判断するものである。したがって、第 1 の実施形態においては、定量化手段 1 3 においてボケ画像データ S_{us} のヒストグラム H_{us} の分布幅、すなわち、ヒストグラム H_{us} の最大値 H_{usmax} と最小値 H_{usmin} との差 w を求め、これを人間が画像を観察した際に知覚する画像全体のコントラストを表すコントラスト感 C_0 とするものである。

【0 0 5 2】

処理手段 2 においてはコントラスト感定量化手段 1 において定量化されたコントラスト感 C_0 に基づいて、画像データ S_0 に対して画像処理が施される。まず、コントラスト感 C_0 、すなわちヒストグラム H_{us} の最大値 H_{usmax} と最小値

Husminとの差 w について、これを予め設定した閾値 $Th1$ と比較して画像データ $S0$ により表される画像のコントラスト種別を求める。ここで、閾値 $Th1$ は図4および図5に示すように、ヒストグラム全体の画素値が1-100に分布する場合、例えば50程度の値に設定されるがこれに限定されるものではない。そして、 $C0 \geq Th1$ である場合は画像データ $S0$ により表される画像はハイコントラスト画像、 $C0 < Th1$ である場合はローコントラスト画像という判別を行う。なお、この場合、 $0 < Th2 < Th1 < 100$ というように2つの閾値 $Th1$ 、 $Th2$ を設定し、 $C0 > Th1$ である場合はハイコントラスト画像、 $Th2 \leq C0 \leq Th1$ である場合は標準画像、 $C0 < Th2$ である場合はローコントラスト画像というような判別を行ってもよい。この場合、 $Th1$ は80程度、 $Th2$ は40程度の値に設定されるがこれに限定されるものではない。

【0053】

そして、このように画像のコントラスト種別が求められると、このコントラスト種別に応じて予め準備されている階調変換LUTが選択され、選択された階調変換LUTにより画像データ $S0$ に対して階調変換処理が施される。図6は階調変換LUTを示す図である。本実施形態においては、LUT1~LUT5の5つの階調変換LUTを用意し、ハイコントラスト画像と判別された場合にはLUT5、ローコントラスト画像と判別された場合にはLUT1、標準画像と判別された場合にはLUT3の階調変換LUTを用いて画像データ $S0$ の階調を変換して処理済み画像データ $S1$ を得る画像処理を行う。なお、コントラスト感 $C0$ すなわち上記差 w の値に応じてLUT1~LUT5の階調変換LUTを選択するようにしてもよい。

【0054】

なお、階調曲線を例えば $y_{out} = a \cdot y_{in} + b$ (y_{out} :出力、 y_{in} :入力)というような関数により表現し、画像のコントラスト種別あるいはコントラスト感 $C0$ (差 w の値)に応じて a 、 b のパラメータを変更して階調曲線を設定してもよい。

【0055】

次いで、第1の実施形態の動作について説明する。

【 0 0 5 6 】

図 7 は第 1 の実施形態の動作を示すフローチャートである。なお、図 7 に示すフローチャートにおいては、コントラスト感 C_0 は 2 つの閾値 Th_1 , Th_2 と比較されるものとする。まず、コントラスト感定量化手段 1 のボケ画像作成手段 1 1 において、画像データ S_0 のボケ画像データ S_{us} が作成され（ステップ S_1 ）、さらにヒストグラム作成手段 1 2 において、このボケ画像データ S_{us} のヒストグラム H_{us} が作成される（ステップ S_2 ）。そして定量化手段 1 3 においてこのヒストグラム H_{us} に基づいてコントラスト感 C_0 が定量化されて求められる（ステップ S_3 ）。そして求められたコントラスト感 C_0 は処理手段 2 に入力され、まず、 $C_0 > Th_1$ であるか否かが判断される（ステップ S_4 ）。ステップ S_4 が肯定された場合には、ハイコントラスト画像であるとして階調変換 LUT_5 が選択され（ステップ S_5 ）、これに基づいて画像データ S_0 に対して階調変換処理が施され（ステップ S_6 ）、処理済み画像データ S_1 が得られる。得られた処理済み画像データ S_1 は出力手段 3 において可視像として出力される（ステップ S_7 ）。

【 0 0 5 7 】

一方、ステップ S_4 が否定された場合には、 $C_0 < Th_2$ であるか否かが判断される（ステップ S_8 ）。ステップ S_8 が肯定された場合には、ローコントラスト画像であるとして階調変換 LUT_1 が選択され（ステップ S_9 ）、これに基づいて画像データ S_0 に対して階調変換処理が施される（ステップ S_6 ）。さらに、ステップ S_8 が否定された場合には、 $Th_2 \leq C_0 \leq Th_1$ となる標準画像であるとして階調変換 LUT_3 が選択され（ステップ S_{10} ）、これに基づいて画像データ S_0 に対して階調変換処理が施される（ステップ S_6 ）。

【 0 0 5 8 】

ここで、画像データ S_0 により表される画像中には、画像を観察する者が知覚する情報のみならず非常に多くの情報が含まれているため、図 4 および図 5 に示すように、画像データ S_0 から作成されたヒストグラム H_0 には、画像全体の明暗の情報が埋もれてしまっていることとなる。一方、画像データ S_0 のボケ画像データ S_{us} により表される画像は、画像データ S_0 のように被写体の詳細な画素

値の変化が含まれないため、人間が画像を観察した際に実際に知覚する、画像全体の大局的な明暗差を表すものとなる。したがって、ボケ画像データ S_{us} のヒストグラム H_{us} に基づくことにより、実際に画像を観察した際にその画像から受けるコントラスト感 C_0 を良好に定量化することができ、このコントラスト感 C_0 に基づいて画像データ S_0 に対して階調変換処理を施すことにより、画像を観察する者が知覚するコントラスト感 C_0 を反映した画像を表す処理済み画像データ S_1 を得ることができる。

【 0 0 5 9 】

なお、上記第 1 の実施形態においては、ボケ画像データ S_{us} そのものからヒストグラム H_0 を作成しているが、例えばボケ画像データ S_{us} が 8 ビット (0 - 255) のデータ値を有するものである場合に、ボケ画像データ S_{us} を 16 値化し、16 値化したボケ画像データ S_{us} からヒストグラムを作成してもよい。この際、ボケ画像データ S_{us} には画像データ S_0 のように画像中の詳細な情報は含まれないため、16 値化した後にヒストグラム H_{us} を作成したとしても、図 8 に示すようにその分布幅は 8 ビットのボケ画像データ S_{us} から作成した場合と比較してそれほど変化しないため、得られるコントラスト感 C_0 としては 16 値化の前でそれほど差異はないものとなる。また、16 値化した方が画素値のデータ量が少なくなるため、ヒストグラムを簡易に作成することができる。したがって、ボケ画像データ S_{us} を 16 値化した後にヒストグラムを作成することにより、処理を高速に行うことができる。なお、この場合、ボケ画像データ S_{us} のデータ値を 16 値化しているが、8 ビットよりも小さい値とするものであれば、例えば 8 値化、32 値化等してからヒストグラムを作成してもよい。

【 0 0 6 0 】

また、上記第 1 の実施形態においてはヒストグラム H_{us} の最大値 H_{usmax} および最小値 H_{usmin} との差 w をコントラスト感 C_0 としているが、例えばヒストグラム H_{us} の最大値 H_{usmax} から $(H_{usmax} - H_{usmin})$ の 10% 値が小さい位置の値、およびヒストグラム H_{us} の最小値 H_{usmin} から $(H_{usmax} - H_{usmin})$ の 10% 値が大きい位置の値を求め、これらの位置における値の差をコントラスト感 C_0 として求めるようにしてもよい。

【 0 0 6 1 】

さらに、上記第 1 の実施形態においては、画像データ S_0 からボケ画像データ S_{us} を作成し、ボケ画像データ S_{us} のヒストグラム H_{us} からコントラスト感 C_0 を定量化しているが、画像データ S_0 を画像データ S_0 により表される画像の輝度情報および色情報を表す輝度データおよび色データに変換し、輝度データおよび／または色データのヒストグラムからコントラスト感 C_0 を定量化してもよい。以下、これを第 2 の実施形態として説明する。

【 0 0 6 2 】

図 9 は、コントラスト感定量化手段 1 の第 2 の実施形態の構成を示す概略ブロック図である。図 9 に示すように、第 2 の実施形態によるコントラスト感定量化手段 1 は、第 1 の実施形態におけるボケ画像作成手段 1 1、ヒストグラム作成手段 1 2 および定量化手段 1 3 に加えて、画像データ S_0 を輝度データ L^* および色データ C^* に変換する変換手段 1 5 を備え、ボケ画像作成手段 1 1 において輝度データ L^* または色データ C^* のボケ画像データである輝度ボケ画像データ L_{us} または色ボケ画像データ C_{us} を作成し、ヒストグラム作成手段 1 2 において、輝度ボケ画像データ L_{us} のヒストグラムである輝度ヒストグラム $H_{L_{us}}$ 、または色ボケ画像データ C_{us} のヒストグラムである色ヒストグラム $H_{C_{us}}$ を作成するようにしたものである。

【 0 0 6 3 】

変換手段 1 5 においては、画像データ S_0 が以下のようにして、輝度データ L^* および色データ C^* に変換される。なお、第 2 の実施形態においては、画像データ S_0 は ITU-R BT. 709 (REC. 709) に準拠した RGB の色データ R_0 , G_0 , B_0 からなるものとする。変換手段 1 5 においては、下記の式 (1) から (3) に基づいて画像データ S_0 を構成する色データ R_0 , G_0 , B_0 が CIE 1931 三刺激値 X , Y , Z に変換される。

【 0 0 6 4 】

$$P_r = R_0 / 255$$

$$P_g = G_0 / 255 \quad (1)$$

$$P_b = B_0 / 255$$

$$\begin{aligned}
 R 1' &= ((Pr+0.099)/1.099)^{2.222} \\
 G 1' &= ((Pg+0.099)/1.099)^{2.222} \quad (Pr, Pg, Pb \geq 0.081) \quad (2) \\
 B 1' &= ((Pb+0.099)/1.099)^{2.222}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 R 1' &= P r / 4.5 \\
 G 1' &= P g / 4.5 \quad (Pr, Pg, Pb < 0.081) \quad (2') \\
 B 1' &= P b / 4.5
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 X & \quad R 0' \\
 Y &= |A| \cdot G 0' \\
 Z & \quad B 0'
 \end{aligned} \quad (3)$$

ここで、マトリクス $|A|$ は、色データ $R 0'$, $G 0'$, $B 0'$ を三刺激値 X , Y , Z に変換するためのマトリクスであり、例えば以下のような値を用いることができる。

【0 0 6 5】

$$\begin{aligned}
 & \quad 0.4124 \quad 0.3576 \quad 0.1805 \\
 |A| &= \begin{matrix} 0.2126 & 0.7152 & 0.0722 \\ 0.0193 & 0.1192 & 1.0571 \end{matrix} \quad (4)
 \end{aligned}$$

なお、マトリクス $|A|$ に代えて、ルックアップテーブルにより三刺激値 X , Y , Z を求めるようにしてもよい。

【0 0 6 6】

次に、三刺激値 X , Y , Z から下記の式 (5) ~ (7) により C I E 1 9 7 6 L^* , a^* , b^* を求める。

【0 0 6 7】

$$a^* = 500 \{ f(X/X_n) - f(Y/Y_n) \} \quad (5)$$

$$b^* = 200 \{ f(Y/Y_n) - f(Z/Z_n) \} \quad (6)$$

$$L^* = 116 (Y/Y_n)^{1/3} - 16 \quad (Y/Y_n > 0.008856 \text{ のとき}) \quad (7)$$

$$L^* = 903.25 (Y/Y_n) \quad (Y/Y_n \leq 0.008856 \text{ のとき})$$

ここで、

$X/X_n, Y/Y_n, Z/Z_n > 0.008856$ のとき

$$f(a/a_n) = (a/a_n)^{1/3} \quad (a = X, Y, Z)$$

$X/X_n, Y/Y_n, Z/Z_n \leq 0.008856$ のとき

$$f(a/a_n) = 7.787(a/a_n) + 16/116$$

なお、 X_n, Y_n, Z_n は白色に対する三刺激値であり、CIE-D65（色温度が6500Kの光源）に対応する三刺激値とする。さらに、下記の式（8）により彩度 C^* を求める。

【0068】

$$C^* = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2} \quad (8)$$

そして、 L^* を輝度データ、 C^* を色データとして出力する。

【0069】

輝度データ L^* または色データ C^* からは、ボケ画像作成手段11において第1の実施形態と同様に輝度データ L^* または色データ C^* のボケ画像データである輝度ボケ画像データ L_{us} または色ボケ画像データ C_{us} が作成される。なお、色データ C^* については、大局的な色の変化のみでなく、細かい草花のような中周波数成分からの影響をも考慮して輝度データ L^* よりもボケの度を緩くするようにしてもよい。具体的には、色ボケ画像データ C_{us} が、画像データ S_0 により表される画像中0.5～10 cycle/mm程度の周波数成分を表すものとするのが好ましい。

【0070】

ヒストグラム作成手段12においては、第1の実施形態と同様に、輝度ボケ画像データ L_{us} から輝度ヒストグラム H_{Lus} が作成され、または色ボケ画像データ C_{us} から色ヒストグラム H_{Cus} が作成される。

【0071】

そして、定量化手段13においては、輝度ヒストグラム H_{Lus} または色ヒストグラム H_{Cus} の分布幅を求め、これをコントラスト感 C_0 として出力する。

【0072】

このようにして求められたコントラスト感 C_0 に基づいて、処理手段2におい

て画像データ S_0 に対して画像処理が施される。具体的には、上記第 1 の実施形態と同様にコントラスト感 C_0 に基づいて画像データ S_0 により表される画像のコントラストの種別を判別し、この判別結果に応じて予め準備されている階調変換 LUT を選択し、選択した階調変換 LUT により画像データ S_0 に対して階調変換処理を施す。

【 0 0 7 3 】

なお、第 2 の実施形態において色データ C^* からコントラスト感 C_0 を求めた場合、このコントラスト感 C_0 から求められたコントラスト種別がローコントラスト画像であった場合には、画像データ S_0 により表される画像の彩度を高くする彩度変更処理を施すようにしてもよい。具体的には、上記式 (8) により求められた彩度 C^* に強調係数 α_c を乗算して彩度を向上させる。なお、強調係数 α_c の値としては 1.2 程度であることが好ましいが、これに限定されるものではない。また、階調変換処理と彩度変更処理とを同時に行うようにしてもよい。

【 0 0 7 4 】

また、彩度を向上させる場合には、画像データ S_0 により表される画像全体に一律の強調係数 α_c を乗じるのみならず、画像中の低彩度の部分ほどより彩度が向上されるように、強調係数 α_c を彩度の関数として設定してもよい。また、強調係数 α_c を色相角 $H (= \tan^{-1}(b^*/a^*))$ に応じて変化させてもよい。

【 0 0 7 5 】

なお、第 2 の実施形態においては、変換手段 15 において上記式 (8) により彩度 C^* を求め、これを色データとしているが、式 (5)、(7) により求めた a^* 、 b^* を色データとしてもよい。この場合、ボケ画像作成手段 11 においては、 a^* 、 b^* の色ボケ画像データ a_{us} 、 b_{us} が求められ、ヒストグラム作成手段 12 においては、色ボケ画像データ a_{us} および b_{us} から 2 次元ヒストグラム H_{ab} が作成される。図 10 は 2 次元ヒストグラム H_{ab} の例を示す図である。図 10 においては、原点からの距離が彩度を表しており、鮮やかな色ほど原点から離れた座標に存在する。このため、画像データ S_0 により表される画像に鮮やかな色が多いと、2 次元ヒストグラム H_{ab} の分布が広がることとなる。例えば、図 10 (a) と図 10 (b) とでは、図 10 (b) の方が 2 次元ヒストグラム H_{ab}

の分布が広がっているため、図10(b)に示す2次元ヒストグラム H_{ab} を得た画像ほど鮮やかな色が多く含まれていることとなる。

【0076】

したがって、2次元ヒストグラム H_{ab} の分布面積 A_c を求め、この分布面積 A_c をコントラスト感 C_0 とすることができる。そして、このコントラスト感 C_0 に基づいて、上記第1の実施形態と同様に画像データ S_0 により表される画像のコントラスト種別を判別し、画像データ S_0 に対して階調処理、彩度強調処理等の画像処理を施すことができる。

【0077】

なお、第2の実施形態において、色データ C^* が所定の閾値以上となる画素数 P をカウントし、この画素数と画像データ S_0 により表される画像の全画素数 P_{all} に対する比率 $R = P / P_{all}$ を求め、これをコントラスト感 C_0 として求めてもよい。具体的には、図10に示す $a_{us}-b_{us}$ 平面において、原点を中心とする所定の半径（所定の閾値に応じた値を有する）円形領域を設定し、この円形領域内に含まれない画素数を画素数 P とし、この画素数 P の全画素数 P_{all} に対する割合 R を求め、これをコントラスト感 C_0 とするものである。

【0078】

なお、上記第1の実施形態においては、画像データ S_0 のボケ画像データ S_{us} のヒストグラム H_{us} を作成し、このヒストグラム H_{us} に基づいてコントラスト感 C_0 を定量化しているが、画像中における明部および／または暗部の分布状態をコントラスト感 C_0 として定量化して求めてもよい。以下、これを第3の実施形態として説明する。図11はコントラスト感定量化手段1の第3の実施形態の構成を示す概略ブロック図である。図11に示すように、第3の実施形態によるコントラスト感定量化手段1は、画像データ S_0 のボケ画像データ S_{us} を作成するボケ画像作成手段21と、ボケ画像データ S_{us} を0-15の値に16値化して16値化ボケ画像データ S_{us16} を得る16値化手段22と、16値化ボケ画像データ S_{us16} により表される画像において、最大画素値である15の値を有する画素位置を検出する位置検出手段23と、図12に示すように、位置検出手段23において検出された画素の位置と画像中心 O との距離を求め、この距離の標準

偏差 σ を算出してこれをコントラスト感 C_0 とする演算手段24とを備える。このように算出されるコントラスト感 C_0 は、人間が画像を観察したときに明るい領域が画像上においてどのように分布しているかの知覚状態を定量化して表すものとなる。

【0079】

ここで、演算手段24において算出された標準偏差 σ が比較的小さい場合は、明るい領域が画像の中央付近に集中している画像（例えばストロボを使用して撮影を行うことにより得られたストロボ画像）であるとして、これに適した画像処理を処理手段2において行う。第3の実施形態においては、処理手段2において、コントラスト感定量化手段1にて求められたコントラスト感 C_0 すなわち標準偏差 σ が予め定められた所定の閾値 Th_5 より小さいか否かが判断され、 $\sigma < Th_5$ である場合には、画像の中央付近に明るい領域が集中したストロボ画像であると判断し、これに適した画像処理を画像データ S_0 に対して施す。なお、 $\sigma \geq Th_5$ である場合には、標準的な画像としてこれに適した画像処理を画像データ S_0 に対して施す。

【0080】

ここで、ストロボ画像においては、被写体に強い光が照射されるためにコントラストが高くなり、被写体が白く飛んでしまったものとなっている。このため、処理手段2においては、 $\sigma < Th_5$ と判断された場合には、画像データ S_0 により表される画像から明るい領域を抽出し、この領域内の画像データ S_0 に対して例えば図6に示す LUT_5 を用いてコントラストを抑制するように階調変換処理を施す。これにより、明るい領域の部分のコントラストを抑制して、飛びのない画像を表す処理済み画像データ S_1 を得ることができる。

【0081】

なお、上記第3の実施形態においては、位置検出手段23において検出された画素の位置と画像の中心 O との距離を求め、この距離の標準偏差 σ をコントラスト感 C_0 としているが、図13に示すように、画像の中心付近に所定の大きさを有する領域 A_1 を設定し、この領域 A_1 内において15の値を有する画素数をカウントし、この画素数をコントラスト感 C_0 としてもよい。この場合、処理手段

2においてはコントラスト感 C_0 すなわち領域A1内の15の値を有する画素数が予め定められた所定の閾値 Th_6 より大きいかが判断され、 $C_0 > Th_6$ と判断された場合には、明るい領域が画像の中央付近に集中している画像であるとして、領域A1内についてはコントラストを抑制するように階調変換処理を施す。なお、 $C_0 \leq Th_6$ と判断された場合には、標準的な画像であるとして、これに適した画像処理を施す。これにより、上記と同様に明るい領域の部分のコントラストを抑制して、飛びのない画像を表す処理済み画像データS1を得ることができる。

【0082】

また、上記第1の実施形態においては画像データS0のボケ画像データSusを作成し、このボケ画像データSusのヒストグラムを求め、これに基づいてコントラスト感 C_0 を定量化して求めているが、画像データS0を複数の周波数帯域毎の多重解像度空間に変換し、各周波数帯域毎の解像度データのヒストグラムを作成し、これに基づいてコントラスト感 C_0 を定量化してもよい。以下、これを第4の実施形態として説明する。

【0083】

図14はコントラスト感定量化手段1の第4の実施形態の具体的な構成を示す概略ブロック図である。図14に示すように、第4の実施形態によるコントラスト感定量化手段1は、画像データS0をウェーブレット変換やラプラシアンピラミッドの手法等により多重解像度空間に変換して、低周波数帯域、中周波数帯域および高周波数帯域の多重解像度画像データ（以下解像度データとする）RL, RM, RHを得る多重解像度変換手段31と、低周波数帯域の解像度データRLから画素値が所定の閾値 Th_7 以上の領域を明部領域M1として抽出する領域抽出手段32と、中高周波数帯域の解像度データRM, RHについて、明部領域M1に対応する領域のヒストグラムHM, HHを作成するヒストグラム作成手段33と、画像データS0により表される画像のコントラスト感 C_0 を定量化して求める定量化手段34とを備える。

【0084】

第4の実施形態によるコントラスト感定量化手段1においては下記のようにし

てコントラスト感 C_0 が定量化して求められる。まず、画像データ S_0 が多重解像度変換手段31において多重解像度空間に変換されて、低中高周波数帯域の解像度データ R_L , R_M , R_H が得られる。なお、各周波数帯域の解像度データにおいて、低解像度解像度データ R_L は明暗の情報をも含むものであるが、中高解像度データ R_M , R_H は周波数成分のみを表すものである。図15は各解像度データにより表される画像を模式的に示す図であり、図15(a)が低周波数帯域の解像度データ R_L 、図15(b)が中周波数帯域の解像度データ R_M 、図15(c)が高周波数帯域の解像度データ R_H により表される画像を示すものである。

【0085】

次いで、低周波数帯域の解像度データ R_L が領域抽出手段32に入力され、ここで画素値が所定の閾値 T_{h7} 以上の領域が明部領域 M_1 として抽出され、ヒストグラム作成手段33に入力される。一方、明部領域 M_1 の画素数 n が定量化手段34に入力される。そして、ヒストグラム作成手段33においては中高周波数帯域の解像度データ R_M , R_H について、明部領域 M_1 に対応する領域のヒストグラム H_M , H_H が作成される。このヒストグラム H_M , H_H は定量化手段34に入力される。

【0086】

ここで、低周波数帯域の解像度データ R_L のヒストグラム H_L の分布幅 B_L は図16(a)に示すように画素値の分布を表し、図4および図5に示したヒストグラムと同様に画像の大局的な明暗を表すものであるが、中高周波数帯域の解像度データ R_M , R_H の分布幅 B_M , B_H は、図16(b)、(c)に示すように、0を中心とした周波数の振幅を表すものである。

【0087】

一方、例えば鼻や目のくぼみによる顔の明暗、建物や被写体による陰影は、低周波数帯域より高い中周波数帯域の周波数成分により構成される。したがって、顔等の被写体に局所的なコントラストがある画像ほど局所的な陰影が大きくなり、その結果中周波数帯域の解像度データ R_M の振幅が大きくなる。また、例えば木の枝や草花の細かさ、人物の服の模様や質感、物体間の境界（エッジ）等の詳

細な構造物は高周波数成分により構成されている。このため、詳細な構造物に対応する局所的な領域においてコントラストが大きい画像ほどこれらの詳細な構造物がはっきりと見えることから、高周波数帯域の解像度データ RH の振幅が大きくなる。

【 0 0 8 8 】

定量化手段 3 4 においては、ヒストグラム HM 、 HH に基づいて、コントラスト感 $C0$ が定量化される。まず、中周波数帯域の解像度データ RM のヒストグラム HM における分布幅 BM が、所定の閾値 $Th8$ と比較される。そして、ヒストグラム HM の分布幅 BM が所定の閾値 $Th8$ よりも大きい場合 ($BM > Th8$) には、中周波数帯域の情報を比較的多く含む標準画像、所定の閾値 $Th8$ 以下 ($BM \leq Th8$) である場合には中周波数帯域の情報をそれほど多く含まないローコントラスト画像と判別される。なお、ここで標準画像と判別された場合には、高周波数帯域の解像度データ RH のヒストグラム HH における分布幅 BH を所定の閾値 $Th9$ と比較し、分布幅 BH が所定の閾値 $Th9$ よりも大きい場合 ($BH > Th9$) には、高周波の情報を比較的多く含むハイコントラスト画像、所定の閾値 $Th9$ 以下の場合 ($BH \leq Th9$) には高周波の情報をそれほど含まない標準画像であると判別してもよい。一方、領域抽出手段 3 2 において抽出された明部領域 $M1$ の画素数 n を所定の閾値 $Th10$ と比較し、この画素数 n が所定の閾値 $Th10$ よりも小さい場合 ($n < Th10$) にはローコントラスト画像であると判別するようにしてもよい。この場合画素数 n が所定の閾値 $Th10$ 以上の場合には、中高周波数帯域の解像度データ RM 、 RH を用いて上述したように判別を行うものとする。

【 0 0 8 9 】

このように画像のコントラストの種別が求められると、このコントラストの種別がコントラスト感 $C0$ として出力される。この場合、コントラスト感 $C0$ は、例えばローコントラスト画像は 1、ハイコントラスト画像は 2、標準画像は 3 のように、コントラスト種別に応じた値を有する信号となる。

【 0 0 9 0 】

そして、処理手段 2 においては、コントラスト感定量化手段 1 において定量化

されたコントラスト感 C_0 に基づいて、上記第1の実施形態と同様にして階調変換LUTを切り替えて、画像データ S_0 に対して階調を変換する画像処理を施して処理済み画像データ S_1 を得る。

【0091】

なお、上記第4の実施形態において、上記第2の実施形態と同様に画像データ S_0 の輝度データ L^* または色データ C^* を求め、輝度データ L^* または色データ C^* を多重解像度空間に変換して輝度データ L^* または色データ C^* についての解像度データを得、この解像度データからコントラスト感 C_0 を定量化してもよい。以下、これを第5の実施形態として説明する。

【0092】

図17はコントラスト感定量化手段1の第5の実施形態の具体的な構成を示す概略ブロック図である。図17に示すように、第5の実施形態によるコントラスト感定量化手段1は、第4の実施形態における多重解像度変換手段31、領域抽出手段32、ヒストグラム作成手段33および定量化手段34に加えて、上記第2の実施形態と同様の変換手段15を備え、多重解像度変換手段31において輝度データ L^* または色データ C^* を多重解像度空間に変換して低周波数帯域、中周波数帯域および高周波数帯域の輝度解像度データ RLL 、 RML 、 RHL または色解像度データ RLC 、 RLC 、 RHC を得るようにしたものである。

【0093】

ここで、輝度解像度データ RLL 、 RML 、 RHL のみを得た場合は、低周波数帯域の輝度解像度データ RLL から上記第4の実施形態と同様に領域抽出手段32において明部領域 M_1 を抽出し、中高周波数帯域の輝度解像度データ RML 、 RHL について、明部領域 M_1 に対応する領域の輝度ヒストグラム HML 、 HHL をヒストグラム作成手段33において作成し、定量化手段34において、輝度ヒストグラム HML 、 HHL に基づいてコントラスト感 C_0 を定量化する。

【0094】

一方、色解像度データ RLC 、 RMC 、 RHC のみを得た場合は、領域抽出手段32において低周波数帯域の色解像度データ RLC により表される画像から所定の閾値以上となる領域を高彩度領域 M_2 として抽出する。

【 0 0 9 5 】

ここで、中周波数帯域の色解像度データ RMC は、画像データ S 0 の中周波数帯域の解像度データ RM と同様に、例えば鼻や目のくぼみによる顔の明暗、建物や被写体による陰影を表すものとなる。また、高周波数帯域の色解像度データ RHC も画像データ S 0 の高周波数帯域の解像度データ RH と同様に、例えば木の枝や草花の細かさ、人物の服の模様や質感、物体間の境界（エッジ）等の詳細な構造物を表すものとなる。

【 0 0 9 6 】

したがって、ヒストグラム作成手段 3 3 において、領域抽出手段 3 2 にて抽出された高彩度領域 M 2 について、中高周波数帯域の色解像度データ RMC, RHC の色ヒストグラム HMC, HHC を作成し、定量化手段 3 4 において上記第 4 の実施形態と同様に、これら色ヒストグラム HMC, HHC の振幅を所定の閾値と比較してコントラスト種別を判別し、判別結果をコントラスト感 C 0 として得ることができる。

【 0 0 9 7 】

また、第 5 の実施形態において色データ C^* からコントラスト感 C 0 を求めた場合、このコントラスト感 C 0 から求められたコントラスト種別がローコントラスト画像であった場合には、画像データ S 0 により表される画像の彩度を高くする彩度変更処理を施すようにしてもよい。具体的には、上記式（8）により求められた彩度 C^* に強調係数 α_c を乗算して彩度を向上させる。なお、強調係数 α_c の値としては 1. 2 程度であることが好ましいが、これに限定されるものではない。

【 0 0 9 8 】

さらに、第 5 の実施形態において、輝度解像度データ RLL, RML, RHL および色解像度データ RLC, RMC, RHC を得た場合、低周波数帯域の輝度解像度データ RLL に基づいて明部領域 M 1 を抽出し、中高周波数帯域の色解像度データ RMC, RHC について、明部領域 M 1 に対応する領域の色ヒストグラム HMC, HHC を作成し、色ヒストグラム HMC, HHC に基づいてコントラスト感 C 0 を定量化して求めてもよい。また、低周波数帯域の色解像度データ R

LCに基づいて高彩度領域M2を抽出し、中高周波数帯域の輝度解像度データRML, RHLについて、高彩度領域M2に対応する領域の輝度ヒストグラムHML, HHLを作成してコントラスト感C0を定量化して求めてもよい。

【0099】

なお、上記第1および第3の実施形態においては、画像データS0、輝度データL*、色データC*のヒストグラムの分布幅、第2の実施形態においては画像データS0の標準偏差をコントラスト感C0として求めているが、1つの画像データS0について画像データS0、輝度データL*、色データC*ヒストグラムの分布幅および標準偏差さらには画像データS0のコントラスト感を求めることが可能な種々の情報を特徴量として求め、下記の式(9)に示すように、各特徴量を重み付け加算してコントラスト感C0を定量化してもよい。

【0100】

【数1】

$$C0 = \sum_n \alpha_n \cdot v_n \quad (9)$$

但し、 v_n : 特徴量

a_n : 重み係数

n : 特徴量の数

なお、重み係数 a_n は実験的に求めればよい。すなわち、重み係数を種々変更してコントラスト感C0を定量化し、このコントラスト感C0に応じて異なる画像処理を施した複数の画像を生成して視覚評価を行い、視覚的なコントラスト感と一致する画像を生成した際の重み係数を選択し、選択した重み係数 a_n を式(9)の演算において用いればよい。

【0101】

また、上記第1から第3の実施形態においては、コントラスト感C0を定量化して求めているが、第4および第5の実施形態と同様に画像のコントラストの種別をコントラスト感C0として求めてもよい。

【0102】

さらにまた、上記第1から第3の実施形態において、下記の式(10)に示す

ように、特徴量 v_n の重み付け加算結果に応じて画像のコントラストの種別を判別し、この判別結果をコントラスト感 C_0 としてもよい。

【0103】

【数2】

$$\begin{cases} P_h = \sum_n h_n \cdot v_n (\text{ハイコントラスト画像}) \\ P_s = \sum_n s_n \cdot v_n (\text{標準画像}) \\ P_l = \sum_n l_n \cdot v_n (\text{ローコントラスト画像}) \end{cases} \quad (10)$$

ここで、 h_n 、 s_n 、 l_n は P_h 、 P_s 、 P_l をそれぞれハイコントラスト画像、標準画像およびローコントラスト画像である確率を表す指標となるように算出する重み係数である。例えばある画像では P_h 、 P_s 、 P_l が 10%、30%、70% と算出され、他の画像では 80%、40%、5% と算出された場合、前者はローコントラスト画像、後者はハイコントラスト画像であると判別することができる。この場合、コントラスト感 C_0 は、例えばローコントラスト画像は 1、ハイコントラスト画像は 2、標準画像は 3 のように、コントラスト種別に応じた値を有する信号とすればよく、コントラスト感 C_0 により表されるコントラスト種別に応じて階調変換 LUT を選択して画像データ S_0 に対して階調変換処理を施せばよい。

【0104】

また、上記第4の実施形態においては、低周波数帯域の解像度データ R_L から得られる明部領域 M_1 の画素数 n および中高周波数帯域の解像度データ R_M 、 R_H のヒストグラム H_M 、 H_H の分布幅 B_M 、 B_H に基づいて、コントラスト感 C_0 を定量化しているが、各周波数帯域の解像度データ R_L 、 R_M 、 R_H について、明部領域の画素数、ヒストグラムの分布幅、あるいは上記第3の実施形態において求めたような標準偏差を各周波数帯域毎に特徴量として求め、この特徴量を上記式(9)により重み付け加算して各周波数帯域毎のコントラスト感 C_0 を定量化してもよい。さらに、下記の式(11)に示すように各周波数帯域毎に個別

に求められたコントラスト感をさらに重み付け加算することにより、コントラスト感 $C0$ を定量化してもよい。なお、特徴量には、上記第5の実施形態における低周波数帯域の輝度解像度データ RLL から得られる明部領域 $M1$ の画素数 n および中高周波数帯域の輝度解像度データ RML , RHL の輝度ヒストグラム HML , HHL の分布幅、および／または低周波数帯域の色解像度データ RLC から得られる高彩度領域 $M2$ 内における中高周波数帯域の色解像度データ $RM C$, RHC の色ヒストグラム HMC , HHC の分布幅を含めるようにしてもよい。

【0105】

【数3】

$$C0 = L \cdot \sum_i \alpha_i \cdot l_i + M \cdot \sum_j \beta_j \cdot m_j + H \sum_k \gamma_k \cdot h_k \quad (11)$$

但し、 l_i , m_j , h_k : 各周波数帯域毎の特徴量

α_i , β_j , γ_k : 上記式(9)における a_n に対応する重み係数

L , M , H : 各周波数帯域毎の重み係数

i , j , k : 各周波数帯域における特徴量の数

なお、重み係数 α_i , β_j , γ_k , L , M , H は、式(9)における重み係数 a_n と同様に実験的に求めればよい。また、式(11)において $L=1$, $M=0$, $H=0$ とすれば、実質的に式(9)と等価となる。

【0106】

さらに、この場合、上記式(9)、(11)において算出されたコントラスト感 $C0$ の値に応じて、画像をハイコントラスト画像、標準画像、ローコントラスト画像のような種別へ分類し、この分類結果をコントラスト感 $C0$ としてもよい。この場合、コントラスト感 $C0$ は、ハイコントラスト画像、標準画像、ローコントラスト画像を数値により表したものとすればよい。

【0107】

また、第4および第5の実施形態において上記式(10)のようにコントラスト種別の確率を求め、この確率に基づいて画像のコントラスト種別を判別してその判別結果をコントラスト感 $C0$ として求めるようにしてもよい。

【 0 1 0 8 】

なお、上記各実施形態においては、処理手段 2 において、画像データ S 0 に対してコントラスト感 C 0 に応じて階調変換 L U T を切り替えることによる階調変換処理および／または彩度変更処理を施しているが、画像処理としてはこれに限定されるものではない。例えば、コントラスト感 C 0 を所定の閾値 T h 1 1 と比較し、 $C 0 < T h 1 1$ の場合には、図 1 8 に示すように斜線部分の周波数成分を下記の式 (1 2) により強調することにより、コントラスト感を高めるような周波数処理を画像データ S 0 に対して施すようにしてもよい。なお、図 1 8 においては F x 軸および F y 軸はフーリエ平面上における周波数を表すものであり、斜線部分は画像データ S 0 における高周波成分に対応するものである。

【 0 1 0 9 】

【数 4】

$$F' (x,y) = F (x,y) + \beta \{ F (x,y) - F (x,y) \cdot d (C0) \} \quad (12)$$

但し、 $F (x, y)$: 画像データ S 0

$F' (x, y)$: 処理済み画像データ S 1

$d (C 0)$: ボケの程度を定める関数

β : 強調係数

さらに、画像データ S 0 が人物の顔を含む画像を表すものである場合に、画像データ S 0 から顔に対応する顔領域を抽出し、顔領域の濃度および定量化されたコントラスト感 C 0 に応じて顔領域の明るさを変化させるように A E 処理（自動露出制御処理）を行って処理済み画像データ S 1 を得るようにしてもよい。以下、この A E 処理を行う処理手段について説明する。図 1 9 は A E 処理を行う処理手段 2 の構成を示す概略ブロック図である。図 1 9 に示すように、この処理手段 2 は、画像データ S 0 により表される画像から人物の顔領域を抽出する顔抽出手段 4 1 と、顔抽出手段 4 1 において抽出された顔領域の濃度 t_{face} を求める濃度算出手段 4 2 と、コントラスト感 C 0 および顔領域の濃度 t_{face} に基づいて画像データ S 0 に対して A E 処理を施して処理済み画像データ S 1 を得る A E 処理手段 4 3 とを備える。

【0110】

顔抽出手段41における顔領域の抽出方法としては、例えば特開平6-67320号公報に記載されているように、画像データS0により表される画像の色相および彩度値の分布に基づいて画像を領域分割して顔候補領域を抽出し、さらに顔候補領域の近傍に位置する近傍領域の形状から顔領域を検出して抽出する方法や、単純に抽出された顔候補領域に外接する楕円を求め、その楕円により囲まれる領域を顔領域とする方法等を採用することができる。さらには、例えば特開平5-274438号公報、同5-307605号公報などに記載されたニューラルネットワークにより顔領域を抽出する方法を用いてもよい。

【0111】

濃度算出手段42においては、顔抽出手段41において抽出された顔領域内における画素値の平均値などを顔領域濃度 t_{face} として算出する。

【0112】

なお、AE処理を行う場合に、処理手段2に入力されるコントラスト感 C_0 としては、上記第1の実施形態において定量化したようなヒストグラム H_{us} の分布幅を表すものとする。

【0113】

そして、顔抽出手段41においては画像データS0により表される画像から顔領域が抽出され、さらに濃度算出手段42において顔領域の濃度 t_{face} が算出される。AE処理手段43においてはコントラスト感 C_0 および顔領域の濃度 t_{face} に基づいて、画像データS0に対してAE処理が施される。なお、AE処理手段43においては一旦画像データS0の全体に対してAE処理を施した後、さらに顔の濃度を適切なものとするために顔領域についてのみさらにAE処理が行われる。図20はAE処理を説明するための図である。AE処理手段43においては、まずコントラスト感 C_0 を所定の閾値 Th_{12} および Th_{14} ($Th_{12} < Th_{14}$)と比較する。そして、 $C_0 < Th_{12}$ である場合にはローコントラスト画像であるとして、さらに、顔領域濃度 t_{face} を所定の閾値 Th_{13} と比較する。そして、 $t_{face} < Th_{13}$ である場合には、顔領域が暗すぎるものとして、図20(a)に示すように顔領域濃度 t_{face} が Th_{13} と一致するように画像デ

ータ S 0 に対して A E 処理を施して処理済み画像データ S 1 を得る。

【 0 1 1 4 】

$C 0 < T h 1 2$ かつ $t f a c e \geq T h 1 3$ の場合には、顔領域の明るさは適正なものであるとして A E 処理は行わない。

【 0 1 1 5 】

$C 0 \geq T h 1 2$ かつ $t f a c e < T h 1 3$ の場合には、コントラスト感 $C 0$ は適正であるが顔領域が暗すぎるものとして、顔領域濃度 $t f a c e$ が $(T h 1 3 + t f a c e) / 2$ となるように画像データ S 0 に対して A E 処理を施して処理済み画像データ S 1 を得る。

【 0 1 1 6 】

$C 0 \geq T h 1 2$ かつ $t f a c e \geq T h 1 3$ の場合には、顔領域の明るさは適正なものであるとして A E 処理は行わない。

【 0 1 1 7 】

一方、 $C 0 > T h 1 4$ である場合には、ハイコントラスト画像であるとして、さらに、顔領域濃度 $t f a c e$ を所定の閾値 $T h 1 5$ と比較する。そして、 $t f a c e > T h 1 5$ である場合には、顔領域が明るすぎるものとして、図 2 0 (b) に示すように顔領域濃度 $t f a c e$ が $T h 1 5$ と一致するように A E 処理を施して処理済み画像データ S 1 を得る。なお、この場合も顔領域についてのみ A E 処理を施すことが好ましい。

【 0 1 1 8 】

$C 0 > T h 1 4$ かつ $t f a c e \leq T h 1 5$ の場合には、顔領域の明るさは適正なものであるとして A E 処理は行わない。

【 0 1 1 9 】

$C 0 \leq T h 1 4$ かつ $t f a c e > T h 1 5$ の場合には、コントラスト感 $C 0$ は適正であるが顔領域が明るすぎるものとして、顔領域濃度 $t f a c e$ が $(T h 1 5 + t f a c e) / 2$ となるように画像データ S 0 に対して A E 処理を施して処理済み画像データ S 1 を得る。

【 0 1 2 0 】

$C 0 \leq T h 1 4$ かつ $t f a c e \leq T h 1 5$ の場合には、顔領域の明るさは適正なも

のであるとして A E 処理は行わない。

【 0 1 2 1 】

なお、上記第 3 の実施形態において、 $\sigma < Th 5$ と判断された場合に顔領域が白く飛んでいるストロボ画像であるとして、顔領域の濃度 t_{face} が小さくなるように A E 処理を施すようにしてもよい。

【 0 1 2 2 】

また、上記各実施形態においては、処理手段 2 において、階調変換処理、彩度変更処理、周波数強調処理あるいは A E 処理を施しているが、例えば階調変換処理と A E 処理とのように、これらの処理を組み合わせる行うようにしてもよい。また、画像処理の内容は階調変換処理、彩度変更処理、周波数強調処理および A E 処理に限定されるものではなく、他の種々の画像処理を行うことが可能である。

【 0 1 2 3 】

次いで、本発明による他の実施形態について説明する。図 2 1 は本発明の他の実施形態による画像処理装置の構成を示す概略ブロック図である。図 2 1 に示すように本発明の他の実施形態による画像処理装置は、第 2 の実施形態における変換手段 1 5 と同様に画像データ $S 0$ を輝度データ L^* および色データ C^* に変換する変換手段 5 1 と、輝度データ L^* および色データ C^* を多重解像度変換して低周波数帯域、中周波数帯域および高周波数帯域の輝度解像度データ RLL , RML , RHL および色解像度データ RLC , RMC , RHC を得る多重解像度変換手段 3 1 と、低周波数帯域の輝度解像度データ RLL の輝度ヒストグラム HLL および低周波数帯域の色解像度データ RLC の色ヒストグラム HLC を作成するヒストグラム作成手段 5 3 と、輝度ヒストグラム HLL および色ヒストグラム HLC に基づいて、画像データ $S 0$ に施すべき画像処理のパターン J を設定する処理パターン設定手段 5 4 と、設定された処理パターン J により画像データ $S 0$ に対して画像処理を施して処理済み画像データ $S 1$ を得る処理手段 5 5 と、処理済み画像データ $S 1$ を可視像として出力する出力手段 5 6 とを備える。

【 0 1 2 4 】

なお、色データ C^* が彩度として得られる場合には 1 次元の色ヒストグラム H

LCが作成され、色データが a^* 、 b^* として得られる場合には、図10に示すような2次元の色ヒストグラムHLCが作成される。

【0125】

処理パターン設定手段54においては、図6に示す階調変換LUTおよび彩度 C^* を向上させるための強調係数 α_c の値が処理パターンJとして設定される。

まず、輝度ヒストグラムHLLおよび色ヒストグラムHLCからヒストグラムの分布を表す特徴量が求められる。輝度ヒストグラムHLLについてはその分布幅が特徴量P1として求められる。また、色ヒストグラムHLCが1次元であればその分布幅が、色ヒストグラムHLCが2次元であればその分布面積が特徴量P2として求められる。そして、特徴量P2が予め定められた所定の閾値Th16と比較され、 $P2 \geq Th16$ であった場合には、例えば図6に示す階調変換LUTのうちLUT3が階調変換のためのLUTとして選択され、さらに強調係数 $\alpha_c = 1.0$ と設定される。

【0126】

一方、 $P2 < Th16$ であった場合には、輝度ヒストグラムHLLから得られた特徴量P1が所定の閾値Th17と比較され、 $P1 \geq Th17$ であった場合には、ハイコントラスト画像であるとしてLUT5が選択され、強調係数 $\alpha_c = 1.0$ と設定される。また、 $P1 < Th17$ であった場合には、ローコントラスト画像であるとしてLUT1が選択され、強調係数 $\alpha_c = 1.2$ と設定される。

【0127】

このようにして設定された処理パターンJにより処理手段55において画像データS0に対して画像処理が施される。

【0128】

次いで、他の実施形態の動作について説明する。図22は他の実施形態の動作を示すフローチャートである。まず、変換手段51において、画像データS0が輝度データ L^* および色データ C^* に変換され（ステップS11）、多重解像度変換手段52において、輝度データ L^* および色データ C^* が多重解像度変換されて低周波数帯域、中周波数帯域および高周波数帯域の輝度解像度データRL_L、RML、RHLおよび色解像度データRLC、RMC、RHCが得られる（ステッ

ブ S 1 2)。ヒストグラム作成手段 5 3 においては、低周波数帯域の輝度解像度データ R L L から輝度ヒストグラム H L L が、低周波数帯域の色解像度データ R L C から色ヒストグラム H L C が作成される（ステップ S 1 3）。

【0 1 2 9】

そして、輝度ヒストグラム H L L および色ヒストグラム H L C の特徴量 P 1, P 2 が算出され（ステップ S 1 4）、 $P 2 \geq T h 1 6$ であるか否かが判断される（ステップ S 1 5）。ステップ S 1 5 が肯定された場合には、L U T 3 が選択されるとともに強調係数 $\alpha c = 1.0$ に設定されて（ステップ S 1 6）、処理パターン J が設定される。ステップ S 1 5 が否定された場合には、 $P 1 \geq T h 1 7$ であるか否かが判断され（ステップ S 1 7）、ステップ S 1 7 が肯定された場合には L U T 5 が選択されるとともに強調係数 $\alpha c = 1.0$ に設定されて（ステップ S 1 8）、処理パターン J が設定される。ステップ S 1 7 が否定された場合には、L U T 1 が選択されるとともに強調係数 $\alpha c = 1.2$ に設定されて（ステップ S 1 9）、処理パターン J が設定される。そして、設定された処理パターン J により画像データ S 0 に対して画像処理が施され（ステップ S 2 0）、処理済み画像データ S 1 が得られる。得られた処理済み画像データ S 1 は出力手段 5 6 において可視像として出力される（ステップ S 2 1）。

【0 1 3 0】

なお、上記他の実施形態においては、輝度データ L^* および色データ C^* を多重解像度変換し、低周波数帯域の輝度解像度データ R L L のヒストグラム H L L および低周波数帯域の色解像度データ R L C のヒストグラム H L C を作成しているが、図 2 3 に示すように、多重解像度変換手段 5 2 に代えて、輝度データ L^* および色データ C^* のボケ画像データである輝度ボケ画像データ L_{us} および色ボケ画像データ C_{us} を作成するボケ画像作成手段 5 7 を設け、輝度ボケ画像データ L_{us} から輝度ヒストグラム $H L_{us}$ および色ボケ画像データ C_{us} から色ヒストグラム $H C_{us}$ を作成してもよい。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明の実施形態による画像処理装置の構成を示す概略ブロック図

【図 2】

コントラスト感定量化手段の第 1 の実施形態の構成を示す概略ブロック図

【図 3】

ボケ画像データの作成状態を示す図

【図 4】

ボケ画像データのヒストグラム of 例を示す図

【図 5】

ボケ画像データのヒストグラム of 例を示す図

【図 6】

階調変換 L U T を示す図

【図 7】

第 1 の実施形態において行われる処理を示すフローチャート

【図 8】

ボケ画像データを 1 6 値化した後のヒストグラムを示す図

【図 9】

コントラスト感定量化手段の第 2 の実施形態の構成を示す概略ブロック図

【図 1 0】

2 次元ヒストグラムを示す図

【図 1 1】

コントラスト感定量化手段の第 3 の実施形態の構成を示す概略ブロック図

【図 1 2】

第 3 の実施形態において行われる処理を説明するための図

【図 1 3】

第 3 の実施形態の変形例において行われる処理を説明するための図

【図 1 4】

コントラスト感定量化手段の第 4 の実施形態の構成を示す概略ブロック図

【図 1 5】

各周波数帯域の解像度データにより表される画像を示す図

【図 1 6】

各周波数帯域の解像度データのヒストグラムを示す図

【図 1 7】

コントラスト感定量化手段の第 5 の実施形態の構成を示す概略ブロック図

【図 1 8】

周波数強調処理を説明するための図

【図 1 9】

A E 処理を行う処理手段の構成を示す概略ブロック図

【図 2 0】

A E 処理を説明するための図

【図 2 1】

本発明の他の実施形態による画像処理装置の構成を示す概略ブロック図

【図 2 2】

他の実施形態において行われる処理を示すフローチャート

【図 2 3】

本発明のさらに他の実施形態による画像処理装置の構成を示す概略ブロック図

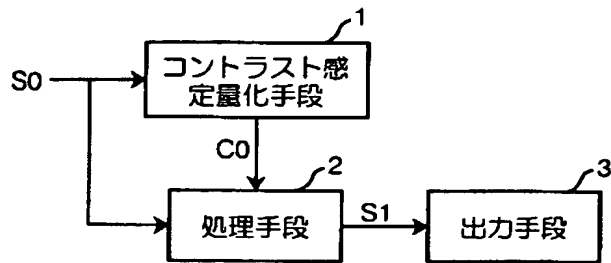
【符号の説明】

- 1 コントラスト感定量化手段
- 2, 5 5 処理手段
- 3, 5 6 出力手段
- 1 1, 2 1 ボケ画像作成手段
- 1 2, 5 3 ヒストグラム作成手段
- 1 3, 3 4 定量化手段
- 1 5, 5 1 変換手段
- 2 2 1 6 値化手段
- 2 3 位置検出手段
- 2 4 演算手段
- 3 1, 5 2 多重解像度変換手段
- 3 2 領域抽出手段
- 3 3 ヒストグラム作成手段

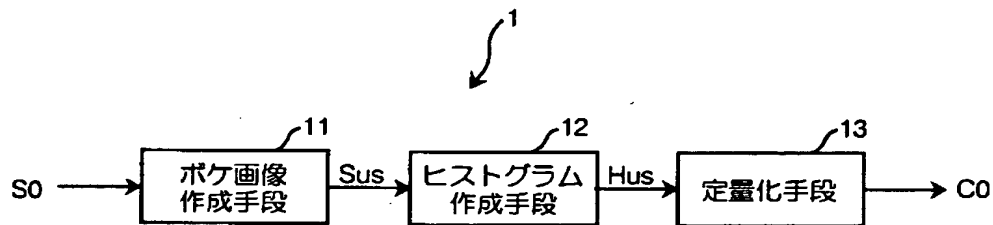
- 4 1 顔抽出手段
- 4 2 濃度算出手段
- 4 3 A E 処理手段
- 5 4 処理パターン設定手段

【書類名】 図面

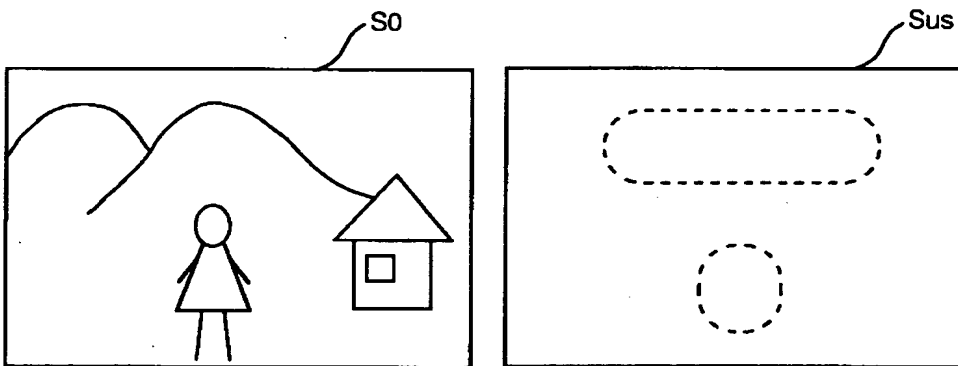
【図 1】



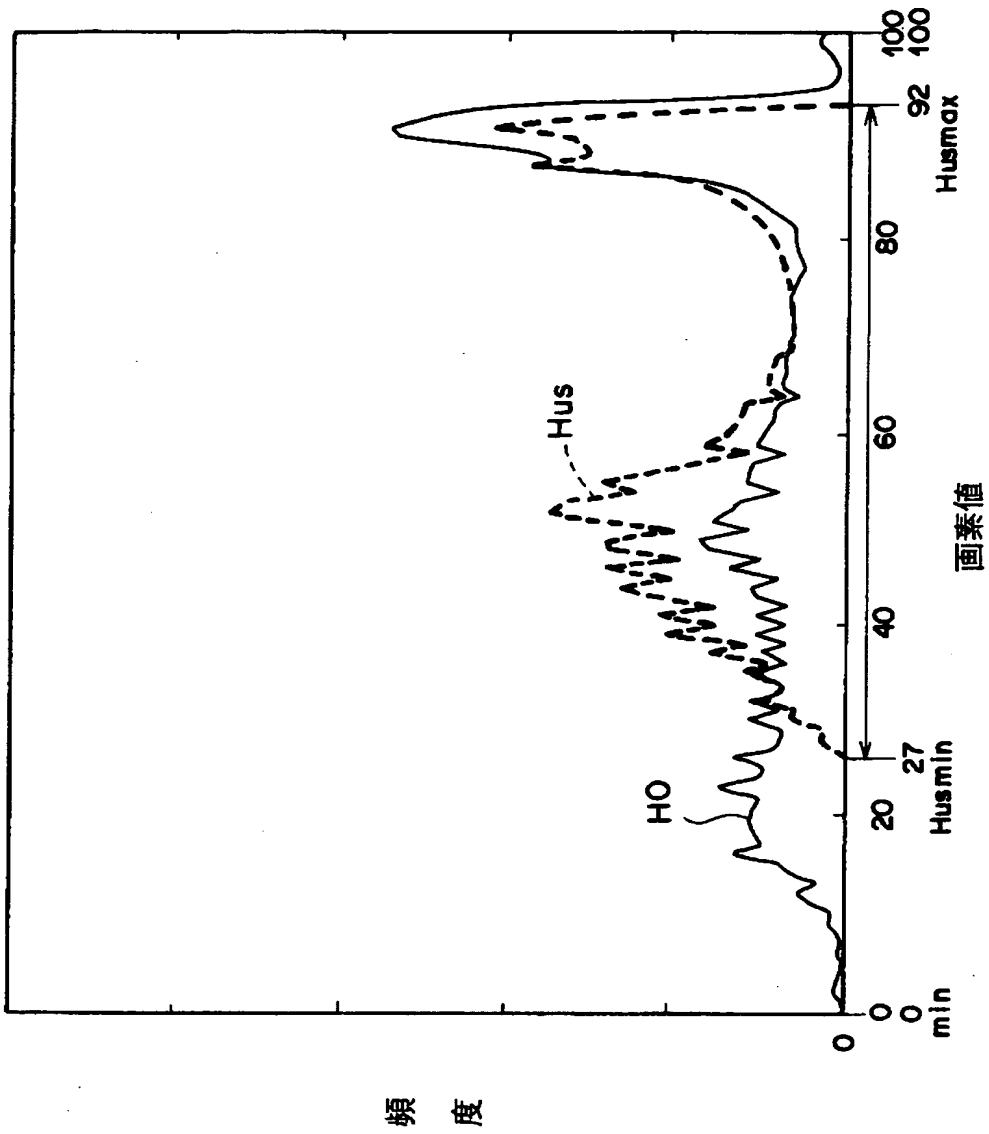
【図 2】



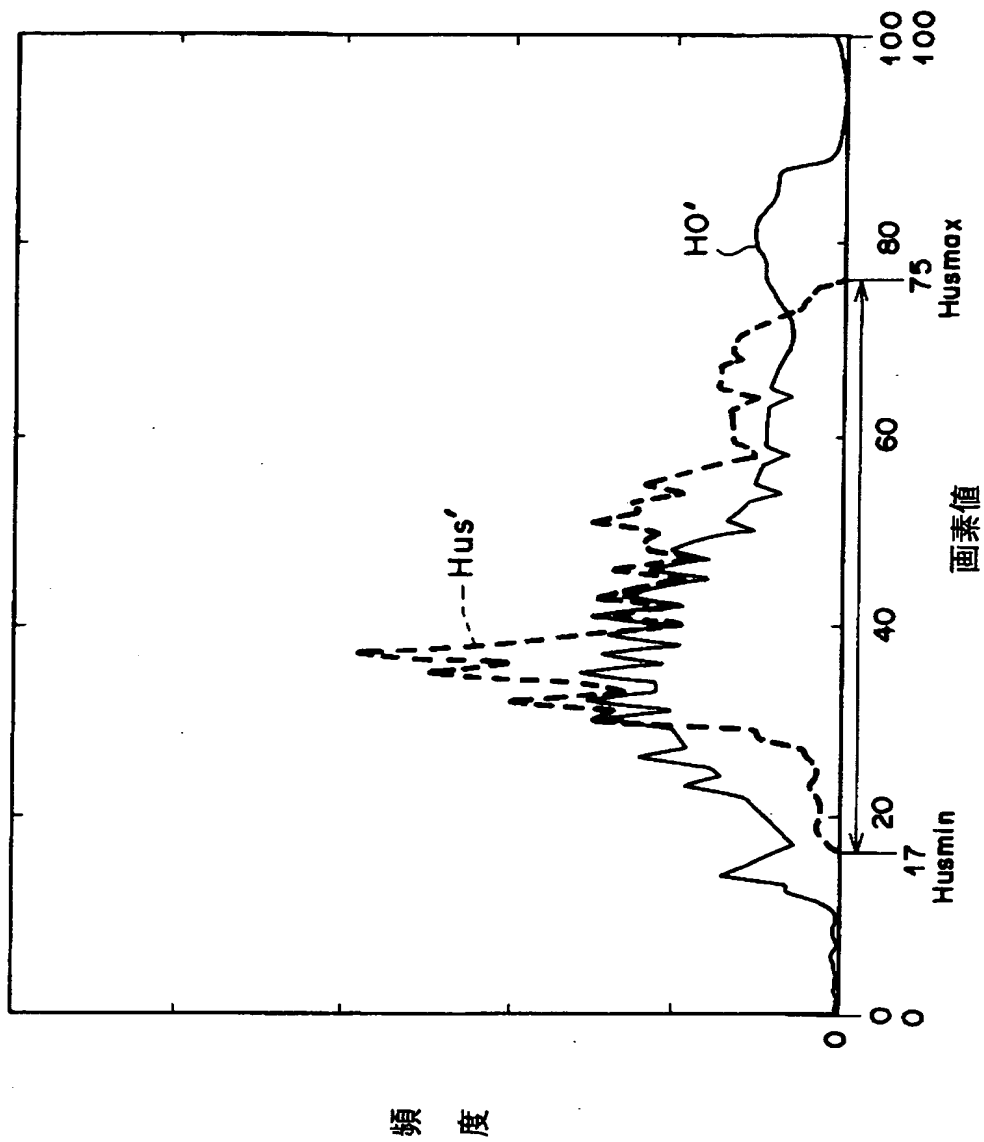
【図 3】



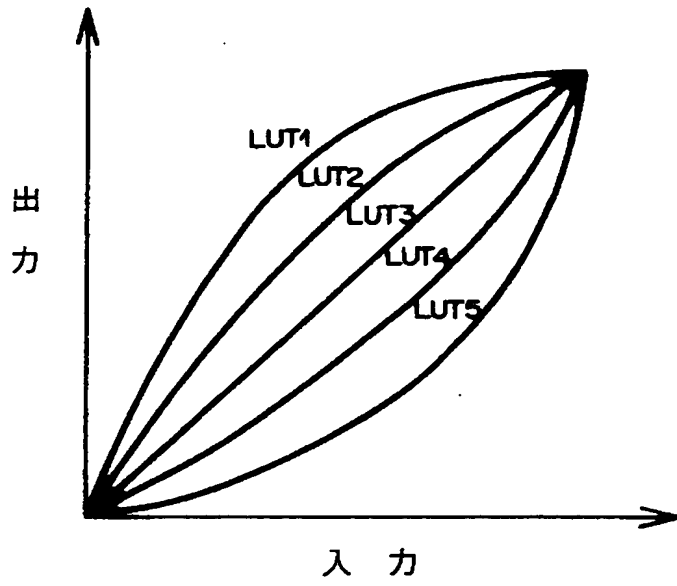
【図4】



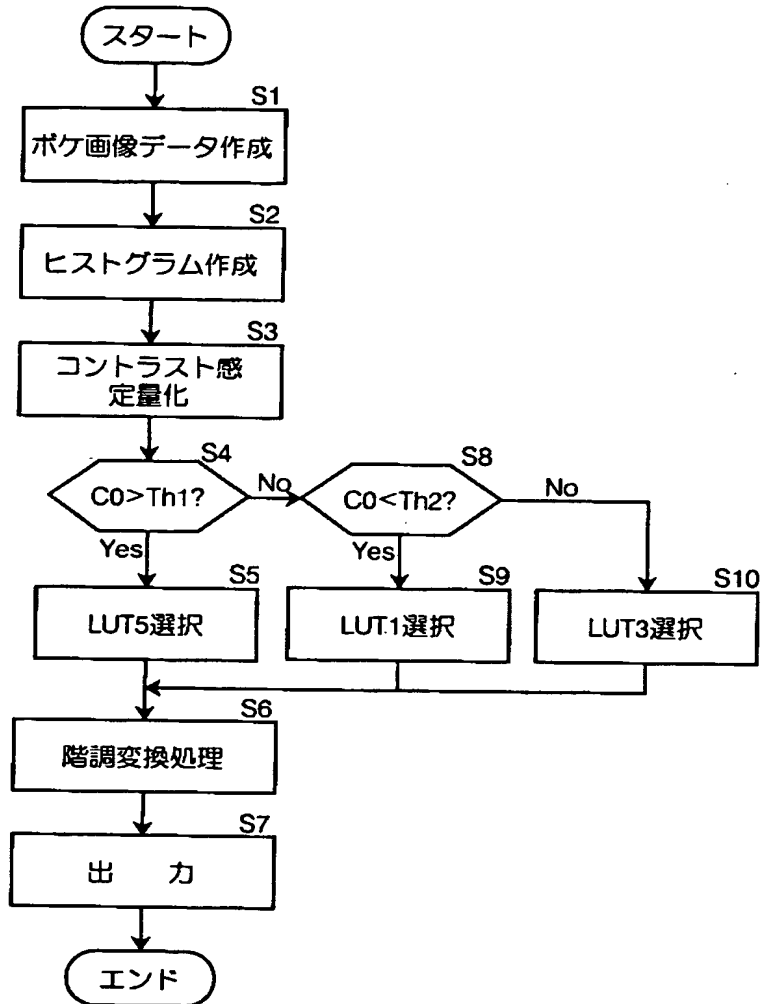
【図5】



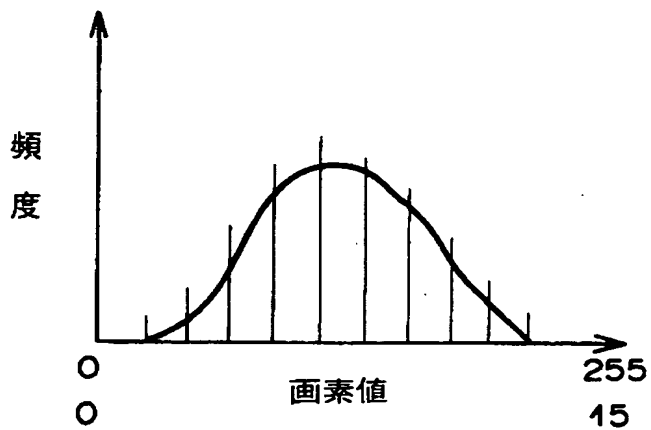
【図 6】



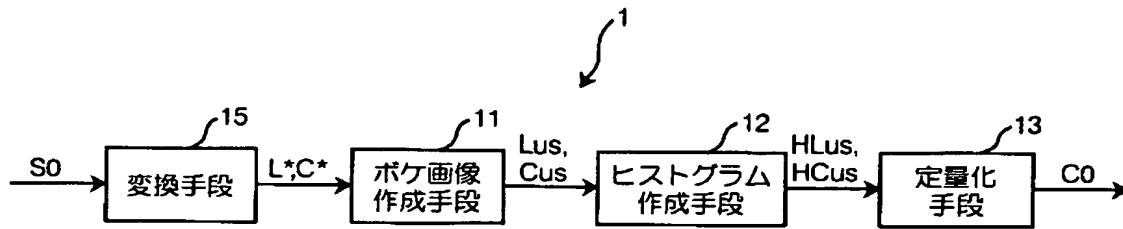
【図 7】



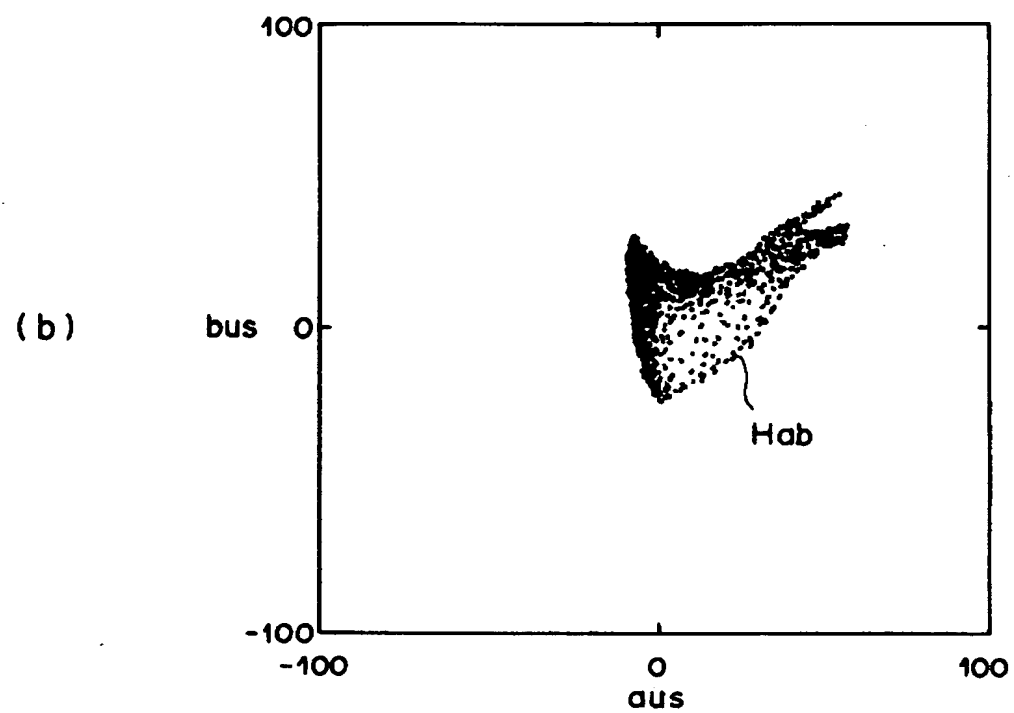
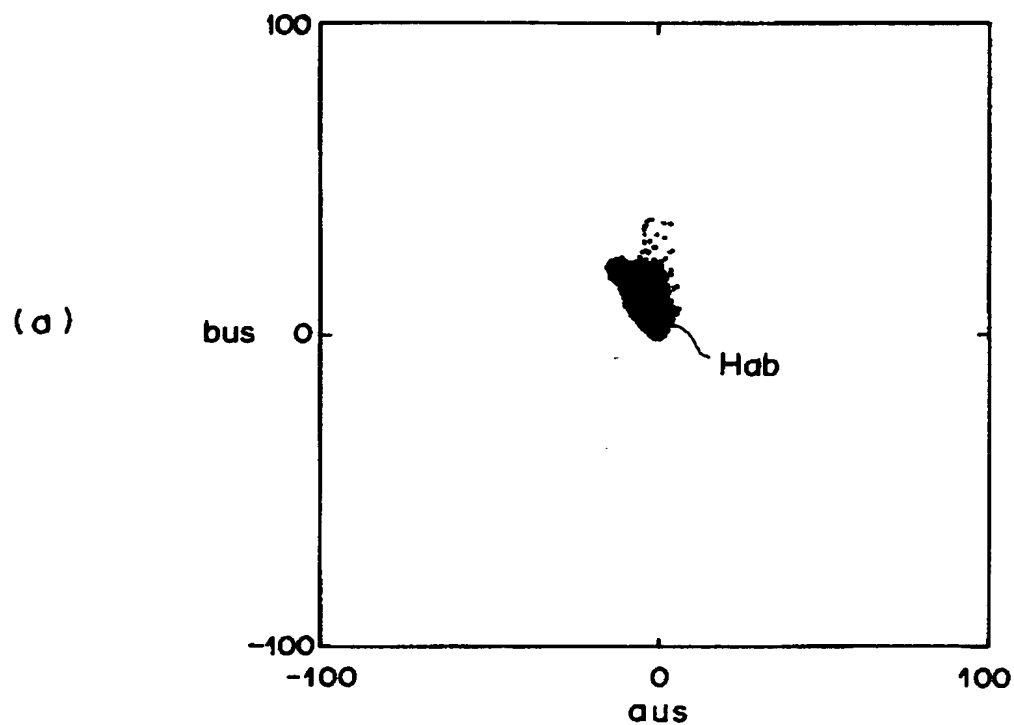
【図 8】



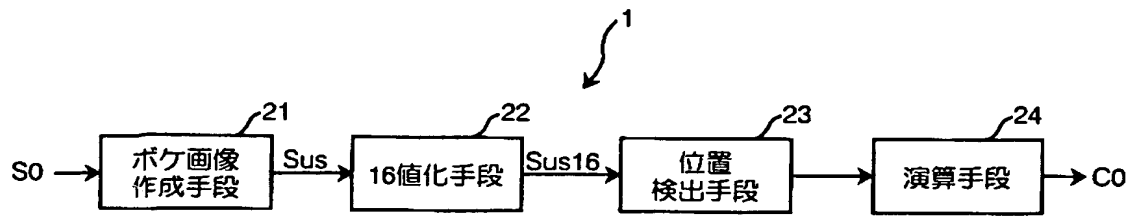
【図 9】



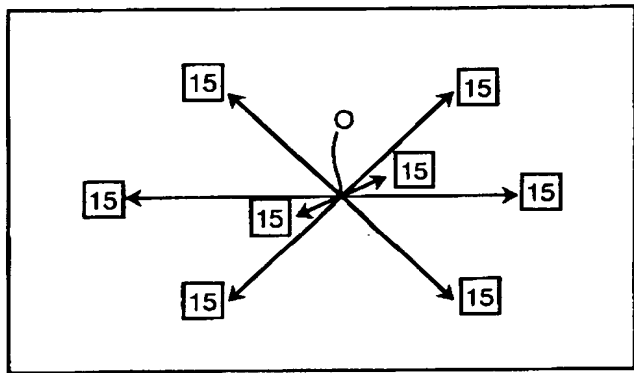
【図10】



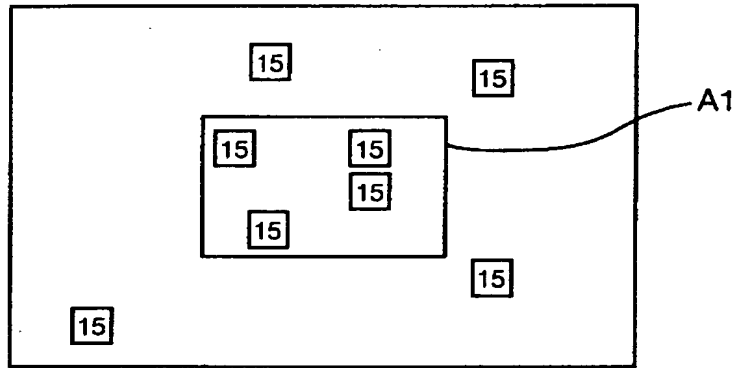
【図 1 1】



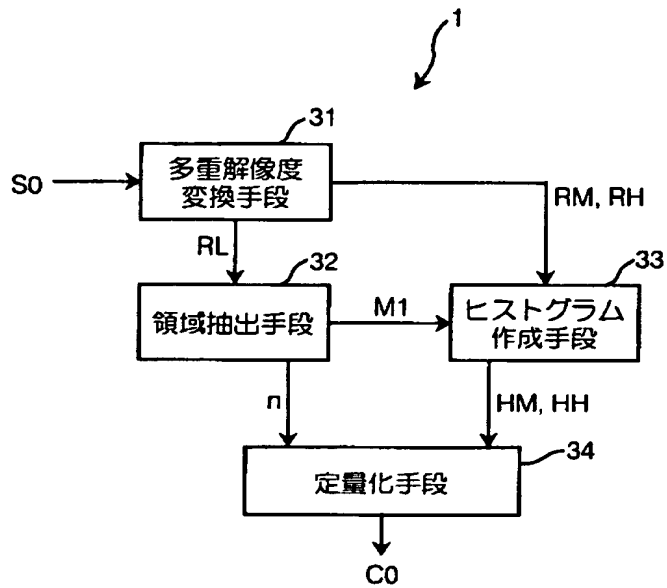
【図 1 2】



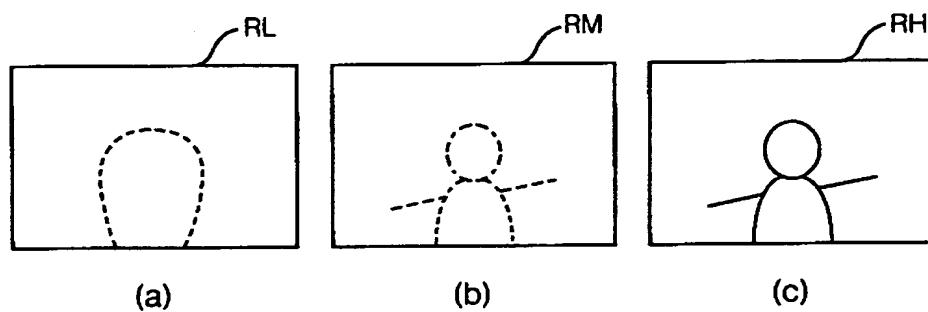
【図 1 3】



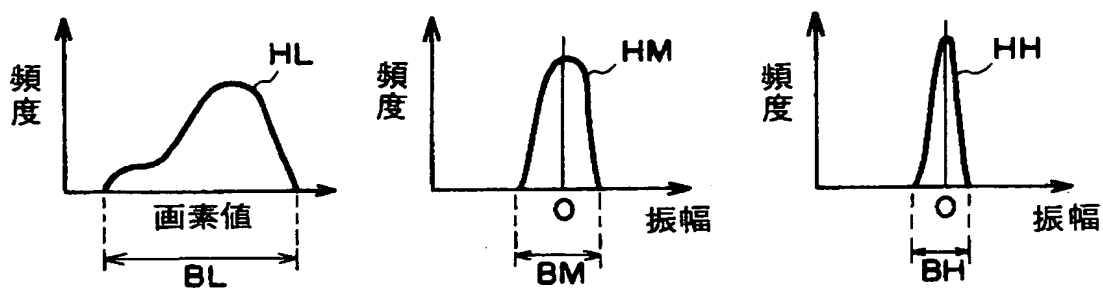
【図 14】



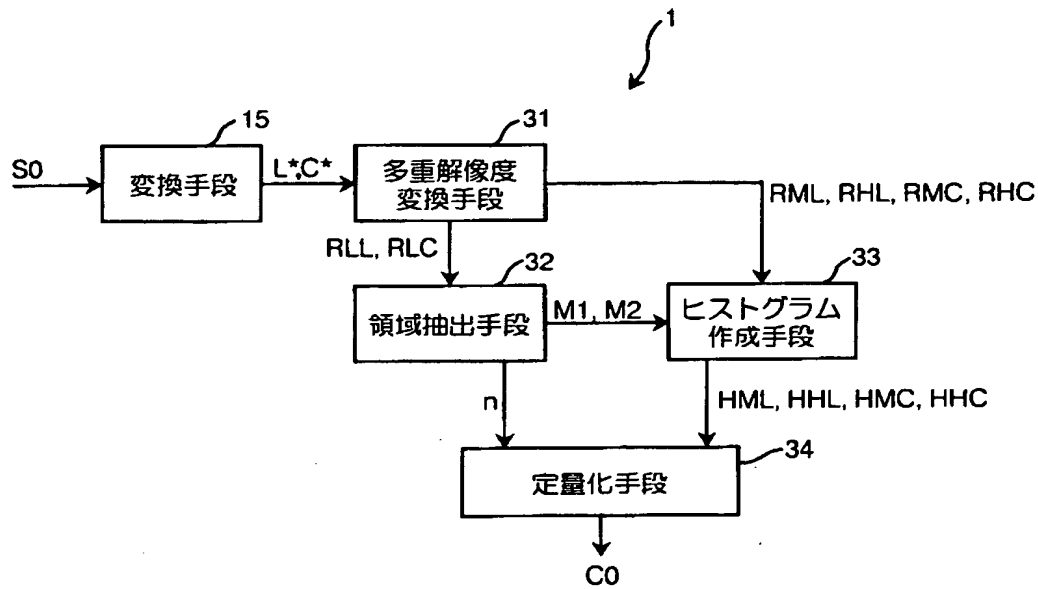
【図 15】



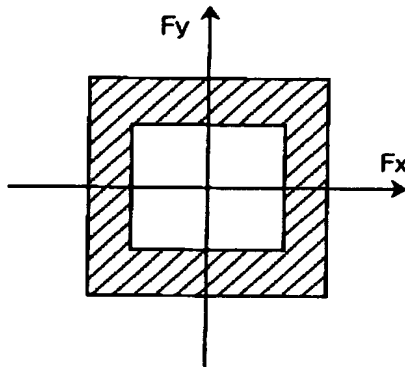
【図 16】



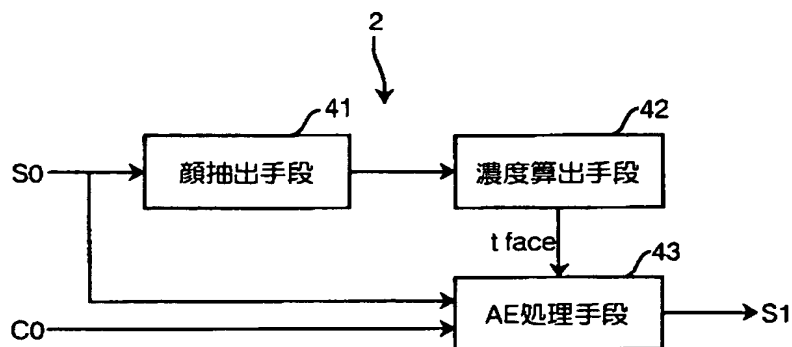
【図 17】



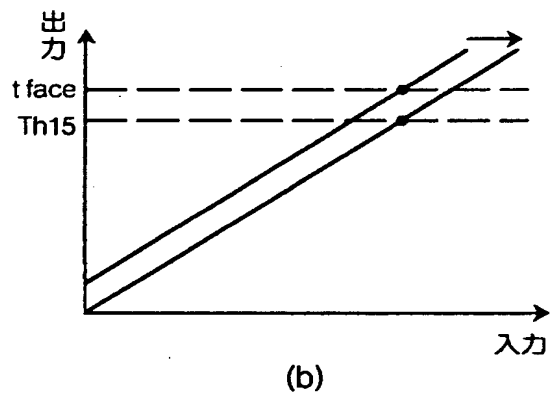
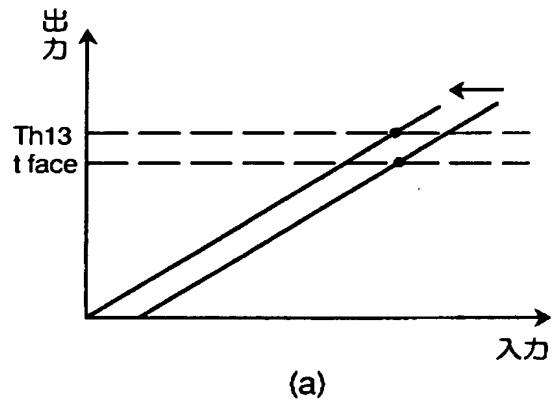
【図 18】



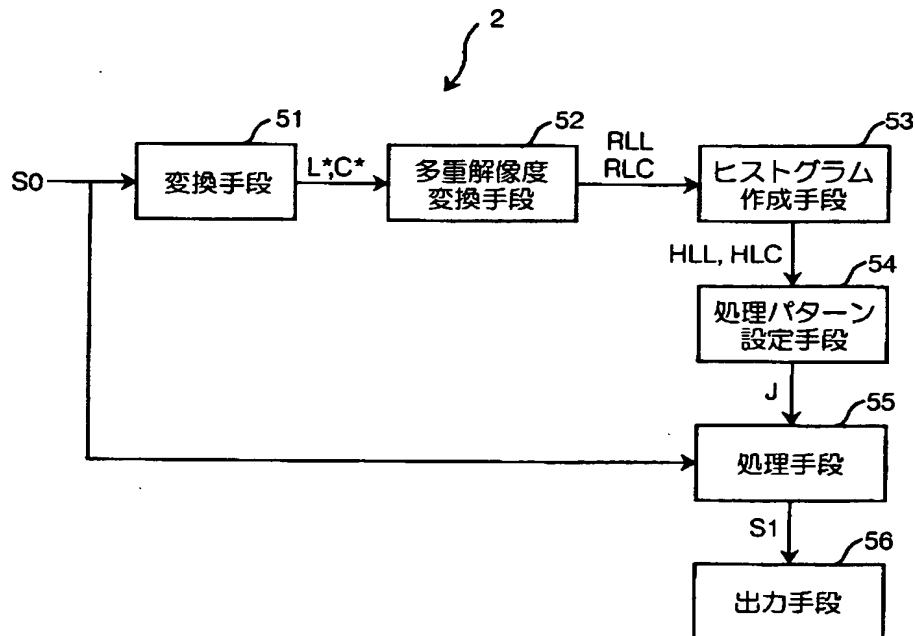
【図 19】



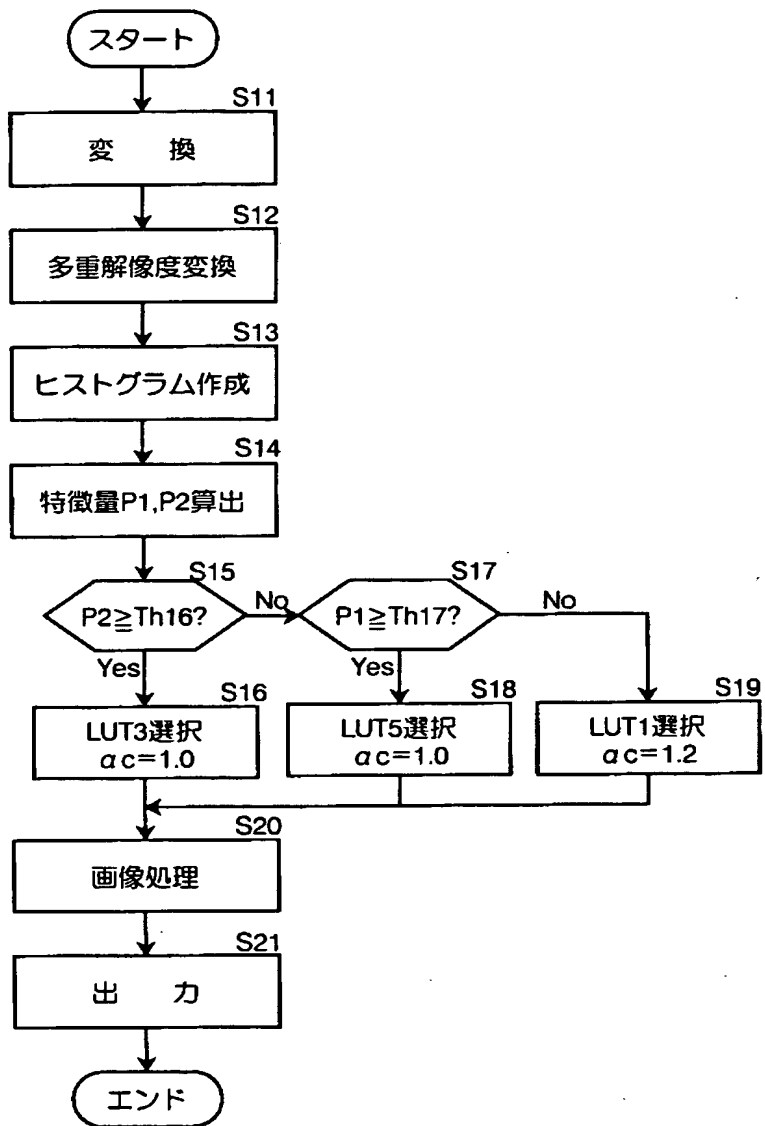
【図 20】



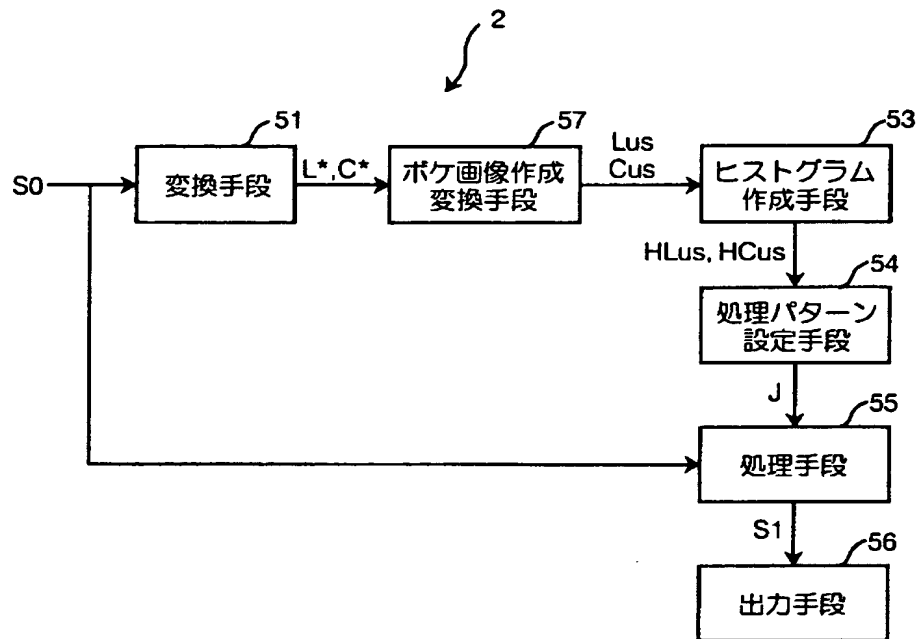
【図 21】



【図 2 2】



【図 23】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 画像を観察した際に人間が知覚するコントラスト感を定量化し、これにより画像データに対して適切な画像処理を施す。

【解決手段】 コントラスト感定量化手段 1 において画像データ S 0 のボケ画像データを作成し、これのヒストグラムを作成する。画像データ S 0 のヒストグラムは、詳細な部分の明暗情報などを含むため、その分布幅画像データ S 0 により表される画像を観察した際の大局的なコントラストを表すものではないが、ボケ画像データのヒストグラムは画像中の詳細な部分が除去されるため、その分布幅は画像の大局的なコントラストを表すものとなる。そして、ボケ画像データのヒストグラムの分布幅をコントラスト感 C 0 として求め、これを処理手段 2 に入力する。処理手段 2 においてはコントラスト感 C 0 に基づいて、画像データ S 0 を階調変換する際の階調変換 L U T を切り替えて画像データ S 0 に対して階調変換処理を施して処理済み画像データ S 1 を得る。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願2000-173279
受付番号	50000718202
書類名	特許願
担当官	第三担当上席 0092
作成日	平成12年 6月21日

<認定情報・付加情報>

【提出日】	平成12年 6月 9日
【特許出願人】	
【識別番号】	000005201
【住所又は居所】	神奈川県南足柄市中沼210番地
【氏名又は名称】	富士写真フイルム株式会社
【代理人】	申請人
【識別番号】	100073184
【住所又は居所】	神奈川県横浜市港北区新横浜3-18-20 B E N E X S-1 7階 柳田国際特許事務所
【氏名又は名称】	柳田 征史
【選任した代理人】	
【識別番号】	100090468
【住所又は居所】	神奈川県横浜市港北区新横浜3-18-20 B E N E X S-1 7階 柳田国際特許事務所
【氏名又は名称】	佐久間 剛

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000005201]

1. 変更年月日 1990年 8月14日
[変更理由] 新規登録
住 所 神奈川県南足柄市中沼210番地
氏 名 富士写真フイルム株式会社